

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

**RIZKI JULIANTI**

**H031181001**



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

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

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

**Oleh :**

**RIZKI JULIANTI**

**H031181001**



**MAKASSAR  
2023**

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

Disusun dan diajukan oleh

**RIZKI JULIANTI**  
**H031 18 1001**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi  
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin  
Pada 20 Juni 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

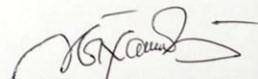
Menyetujui,

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 : Rizki Julianti  
NIM : H031181001  
ProgramStudi : Kimia  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul “Efektivitas Ekstrak Metanol Daun 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, 21 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Rizki Julianti

## PRAKATA

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhaanahu wa Ta'ala* atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, tak lupa juga kepada junjungan kita Nabi Muhammad *Shallallahu 'alaihi wa sallam* yang telah menjadi suri tauladan bagi umat manusia sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai Antiinflamasi secara *In Vivo***” dengan baik sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Beragam kendala dan tantangan yang dialami penulis, namun berkat do'a, bantuan, motivasi, dan dukungan dari berbagai pihak hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada ibu **Dr. Hasnah Natsir, M.Si** dan Ibu **Dr. Rugaiyah A. Arfah, M.Si** selaku pembimbing yang selama ini telah banyak meluangkan waktu, dengan sabar memberikan ilmu, pemikiran, motivasi, serta bimbingan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian maupun proses penyelesaian skripsi ini. Tak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada bapak **Dr. Djabal Nur Basir, M.Si** dan ibu **Dr. Herlina Rasyid, S.Si** selaku tim penguji yang telah banyak memberikan arahan dan masukan untuk penulis.

Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Ketua Departemen Kimia, **Dr. St. Fauziah, M.Si** dan seluruh dosen yang telah membimbing dan membagi ilmunya kepada penulis selama menempuh pendidikan di kampus merah tercinta.

2. Seluruh staf **Departemen Kimia** dan **Fakultas MIPA** terkhusus kepada **Pak Taufik, Pak Haerul** dan **Kak Rahma** yang senantiasa membantu penulis.
3. Seluruh analis laboratorium yang senantiasa membantu penulis dalam memenuhi kelengkapan selama proses penelitian.
4. Keluarga penulis, bapak **Jumardi**, ibu **Sitti**, kakak **Ardi Wirawan**, dan adik **Ayu Wahyuni dan Eril Wijaya** yang selalu mendoakan, memberikan motivasi, dan bantuan yang begitu luar biasa baik secara moril, materil, maupun spiritual.
5. Rekan peneliti **Nining Fidianti** dan **Nurfatimah** atas kerja sama, dukungan dan semangat sehingga penelitian ini terselesaikan.
6. Teman-teman **Kimia 2018** yang selalu memberikan dukungan kepada penulis
7. Teman-teman peneliti "**Biochemistry Research**" dan seluruh kakak-kakak peneliti biokimia yang telah menemani, membantu dan mengarahkan penulis selama melakukan penelitian.
8. **Rekan-rekan KKN Sinjai 01** yang senantiasa memberikan motivasi
9. Kakak-kakak **Kromofor dan Alifatik** terkhusus kak Wahyudin Rauf S.Si yang banyak membantu selama penelitian di lab.
10. **Akhwat alumni pengurus Mushalla Istiqamah periode 1441 H-1442 H** yang senantiasa mendukung penulis.
11. **Penghuni P. Rezky Rantau** yang senantiasa membantu dan memberikan motivasi kepada penulis
12. Serta saya ucapkan terima kasih kepada pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak sempat kami sebutkan satu per satu .

Penulis menyadari masih terdapat banyak kesalahan serta kekurangan sehingga penulis sangat menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan selanjutnya. Akhir kata semoga skripsi ini bermanfaat bagi diri penulis pribadi maupun pembaca. Terima kasih.

**Makassar, 30 Januari 2023**

**Rizki Julianti**

## ABSTRAK

Inflamasi merupakan suatu respon perlindungan tubuh terhadap kerusakan jaringan. Penggunaan obat antiinflamasi memiliki banyak efek samping yang berbahaya, sehingga diperlukan alternatif pengobatan dari tumbuhan seperti daun kelor. Daun kelor merupakan tumbuhan tropis dalam famili *Moringaceae* yang banyak mengandung senyawa bioaktif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis senyawa metabolit sekunder dari ekstrak metanol daun kelor dan menguji aktivitasnya sebagai antiinflamasi. Penelitian ini dilakukan dengan metode *in vivo*, menggunakan mencit jantan yang dibagi menjadi 5 kelompok perlakuan, yaitu kelompok kontrol negatif, kontrol positif, dan kelompok ekstrak metanol daun kelor dengan konsentrasi 6%, 8% dan 10%. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa daun kelor mengandung senyawa flavonoid, saponin dan tanin. Hasil uji antiinflamasi menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun kelor pada konsentrasi 6% merupakan konsentrasi optimum dalam menghambat inflamasi.

**Kata Kunci :** Antiinflamasi, Ekstrak metanol daun kelor, Mencit

## ABSTRACT

Inflammation is a protective response of the body against tissue damage. The use of anti-inflammatory drugs has many dangerous side effects, so alternative treatments are needed from plants such as Moringa leaves. Moringa leaves are tropical plants in the Moringaceae family which contain many bioactive compounds. This study aims to analyze the secondary metabolites of Moringa leaf extract and test their activity as an anti-inflammatory. This research was conducted using the *in vivo* method using male mice which were divided into 5 treatment groups, namely the negative control group, the positive control group, and the Moringa leaf methanol extract group with concentrations of 6%, 8% and 10%. Phytochemical test results showed that Moringa leaves contain flavonoids, saponins and tannins. The results of the anti-inflammatory test showed that the methanol extract of Moringa leaves at a concentration of 6% is the optimum concentration in inhibiting inflammation.

Keywords: Anti-inflammatory, Moringa leaf methanol extract, Mice

## DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA .....	iv
ABSTRAK .....	vii
ABSTARCT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	4
1.3.1 Maksud Penelitian .....	4
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Inflamasi.....	6
2.1.1 Tanda-Tanda Inflamasi .....	6
2.1.2 Mekanisme Inflamasi.....	7
2.1.3 Mediator Inflamasi .....	9
2.2 Obat Antiinflamasi.....	10
2.3 Kelor ( <i>Moringa Oleifera</i> Lam) .....	11
	ix

2.4.1 Klasifikasi .....	11
2.4.2 Morfologi Tanaman Kelor .....	12
2.4.3 Kandungan Daun Kelor .....	13
2.4.4 Manfaat Kelor.....	14
2.5 Flavonoid Daun Kelor .....	15
2.6 Maserasi.....	17
2.7 Karagenan.....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Bahan Penelitian.....	19
3.2 Alat Penelitian .....	19
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.3.1 Waktu dan Tempat Pengambilan Sampel.....	19
3.3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.4 Prosedur Kerja .....	20
3.4.1 Penyiapan Sampel .....	20
3.4.2 Ekstraksi Daun Kelor .....	20
3.4.3 Skrining Fitokimia .....	21
3.4.3.1 Uji Flavonoid .....	21
3.4.3.2 Uji Alkaloid.....	21
3.4.3.3 Uji Saponin .....	21
3.4.3.4 Uji Steroid dan Terpenoid.....	21
3.4.3.5 Uji Tanin .....	22
3.4.4 Penentuan Kadar Flavonoid Totak EMDK.....	22
3.4.5 Penentuan Kadar Fenolik Total EMDK.....	23
3.4.6 Uji Aktivitas Antiinflamasi secara <i>In Vivo</i> .....	24

3.4.6.1 Pembuatan Larutan Na-CMC 0,5% .....	24
3.4.6.2 Pembuatan Suspensi Natrium Dikofenak .....	24
3.4.6.3 Pembuatan Suspensi Karagenan 1% .....	24
3.4.6.4 Pembuatan Ekstrak Metanol Daun Kelor Konsentrasi 6%, 8% dan 10% .....	25
3.4.6.5 Uji Aktivitas Antiinflamasi secara <i>In Vivo</i> .....	25
3.4.7 Pengolahan dan Analisis Data.....	26
<b>BAB IV Hasil dan Pembahasan .....</b>	<b>28</b>
4.1 Ekstraksi Daun Kelor.....	28
4.2 Skrining Fitokimia.....	30
4.2.1 Uji Flavonoid.....	30
4.2.2 Uji Saponin.....	31
4.2.3 Uji Tanin.....	33
4.3 Penentuan Kadar Flavonoid dan Fenolik Total EMDK .....	34
4.4 Uji Aktivitas Antiinflamasi secara <i>In Vivo</i> .....	39
4.4.1 Volume Edema Kaki Mencit .....	40
4.4.2 Persentase Edema Kaki Mencit .....	41
4.4.3 Persentase inhibisi edema Kaki Mencit.....	42
<b>BAB V Kesimpulan dan Saran.....</b>	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
Daftar Pustaka .....	47
Lampiran .....	57

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>halaman</b>
1. Kandungan daun kelor .....	13
2. Manfaat daun kelor.....	14
3. Perlakuan terhadap mencit .....	26
4. Rendemen ekstrak daun kelor dari beberapa penelitian.....	29
5. Hasil skrining fitokimia EMDK.....	30
6. Kadar flavonoid dan fenolik total EMDK.....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Tanda-tanda inflamasi .....	7
2. Mekanisme terjadinya inflamasi .....	8
3. Struktur natrium diklofenak .....	11
4. Daun kelor .....	13
5. Struktur flavonoid .....	15
6. Struktur Kuersetin .....	16
7. Uji fitokimia senyawa flavonoid .....	31
8. Reaksi uji flavonoid .....	31
9. Uji fitokimia senyawa saponin .....	32
10. Reaksi hidrolisis saponin dalam air .....	32
11. uji fitokimia senyawa tanin .....	33
12. Reaksi senyawa tanin dengan $\text{FeCl}_3$ .....	34
13. Reaksi antara kuersetin dengan $\text{AlCl}_3$ .....	35
14. Reaksi fenol dengan <i>folin ciocalteu</i> .....	36
15. Spektrum massa dan struktur senyawa utama EMDK .....	39
16. Rata-rata volume edema kaki mencit .....	40
17. Rata-rata Persentase edema kaki mencit .....	41
18. Rata-rata Persen inhibisi edema kaki .....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>halaman</b>
1. Diagram alir penelitian.....	59
2. Prosedur Kerja.....	60
3. Tempat Pengambilan Sampel.....	71
4. Perhitungan Data Penelitian.....	72
5. Penentuan Kadar Flavonoid Total EMDK.....	74
6. Penentuan Kadar Fenolik Total EMDK.....	77
7. Hasil Pengukuran Volume Edema Kaki Mencit setelah diinduksi Karagenan pada Masing- Masing Perlakuan.....	83
8. Hasil Persentase Edema Kaki Mencit setelah diinduksi Karagenan pada Masing- Masing Perlakuan.....	84
9. Hasil Persentase Inhibisi Edema Kaki Mencit setelah diinduksi Karagenan pada masing-masing Perlakuan.....	85
10. Perhitungan Persen Edema dan Persen Inhibisi Edema.....	86
11. Hasil Uji Statistik Persen Inhibisi Edema Kaki Mencit.....	88
12. Kode Etik Penelitian.....	98
13. Dokumentasi Penelitian.....	99

## DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

<b>Simbol/singkatan</b>	<b>Arti</b>
EMDK	: Ekstrak Metanol Daun Kelor
COX-2	: <i>Cyclooxygenase-2</i>
PGE2	: Prostaglandin E2
PGG2	: Prostaglandin G2
Kal	: Kalori
KLT	: Kromatografi Lapis Tipis
Na-CMC	: Natrium Carboxymethyl Cellulose
GC- MS	: <i>Gas Chromatography-Mass Spectrometer</i>
SPSS	: <i>Statisticak Package for the Sciences</i>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Inflamasi atau radang adalah suatu respon perlindungan tubuh terhadap kerusakan jaringan yang disebabkan oleh trauma fisik, zat kimia berbahaya atau mikrobiologi berbahaya. Tanda-tanda inflamasi ialah kemerahan, bengkak, panas, nyeri, dan kehilangan fungsi jaringan (Nurul dan Harun, 2020). Hal ini disebabkan karena adanya peningkatan aliran darah dan peningkatan permeabilitas pembuluh darah yang menyebabkan terbentuknya edema atau pembengkakan pada sel jaringan (Indrayani, 2020). Penyakit yang ditimbulkan akibat reaksi inflamasi berlebihan seperti osteoarthritis, asma dan rinitis alergi sehingga dapat menimbulkan masalah yang mengganggu aktivitas sehari-hari (Ulfa dkk., 2016). Keseimbangan homeostatis tubuh juga dapat terganggu apabila inflamasi tidak terkontrol sehingga dapat menyebabkan kerusakan jaringan (Ahsana dkk., 2021).

Pengobatan inflamasi pada umumnya menggunakan obat antiinflamasi golongan steroid dan non steroid yang bermanfaat untuk mengurangi pembengkakan dan rasa sakit pada peradangan. Penggunaan kedua golongan obat tersebut berpotensi menimbulkan efek samping berbahaya apabila digunakan dalam jangka waktu yang lama. Obat antiinflamasi golongan steroid dapat menyebabkan tukak lambung, penurunan imunitas dan osteoporosis. Obat antiinflamasi non steroid dapat menyebabkan kerusakan gastrointestinal, hipertensi, serangan jantung, gagal ginjal, bahkan dapat menyebabkan kematian (Arka, 2019; Ridwan dkk., 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Idacahyati dkk. (2019), menunjukkan bahwa 25% pasien yang mengkonsumsi obat antiinflamasi golongan non steroid mengalami

efek samping yaitu mual, rasa perih di lambung, feses hitam, dan meningkatnya tekanan darah.

Efek samping akibat penggunaan obat antiinflamasi dapat diminimalisir dengan obat alternatif yang berasal dari bahan alam. Kandungan bahan alam yang dapat berpotensi sebagai antiinflamasi adalah senyawa flavonoid (Priamsari dan Krismonikawati, 2019). Flavonoid merupakan salah satu senyawa golongan fenol yang terbesar dan terdapat hampir dalam semua tumbuhan. Pada umumnya, flavonoid larut dalam pelarut polar seperti metanol, etanol, aseton, dan air. Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metanol karena dapat melarutkan senyawa yang bersifat polar maupun non polar. Metanol memiliki sifat yang baik dalam melarutkan metabolit dari sampel, yaitu dapat memecah dinding dan membran sel akibat perbedaan tekanan di dalam dan di luar sel sehingga metabolit yang terdapat pada sitoplasma akan larut dalam pelarut metanol dan akan terekstraksi sempurna (Pramitaningastuti dan Anggraeny, 2017).

Senyawa flavonoid dapat berperan sebagai antiinflamasi. Flavonoid dapat menghambat pelepasan histamin dan prostaglandin yang merupakan mediator inflamasi (Audina dkk., 2018). Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa senyawa flavonoid dari ekstrak kulit batang jambu mete dengan konsentrasi 8% memiliki efek antiinflamasi terhadap mencit dengan nilai persen penurunan volume edema sebesar 78,86% (Prayitno dkk., 2022). Penelitian lain yang dilakukan oleh Amalia (2016), melaporkan bahwa senyawa flavonoid dari ekstrak etanol daun pare pada konsentrasi 6% memiliki aktivitas antiinflamasi tertinggi dengan nilai persentase penurunan radang rata-rata sebesar 43%.

Tanaman lain yang mengandung senyawa flavonoid adalah kelor (*Moringa oleifera* L.). Kelor merupakan tanaman obat yang banyak dibudidayakan di negara

tropis dan subtropis (Natsir dkk., 2021). Kelor merupakan tumbuhan yang sangat bermanfaat karena bagian tertentu seperti daun, akar, biji, dan buah banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi. Bagian dari tanaman kelor yang paling banyak dimanfaatkan untuk pengobatan adalah daun kelor. Daun kelor kaya akan vitamin C, karotenoid, asam fenolik, flavonoid, alkaloid, isotiosianat, tanin, dan saponin (Leone dkk., 2015). Berdasarkan uji fitokimia yang dilakukan oleh Zulfa (2020), mengemukakan bahwa daun kelor mengandung senyawa tanin, triterpenoid, saponin, alkaloid, dan flavonoid. Beberapa penelitian sebelumnya membuktikan bahwa daun kelor berkhasiat sebagai antimikroba, antioksidan, antikanker, antidiabetes, dan antiinflamasi (Nurul dan Harun, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Lutfiana (2013) terhadap uji aktivitas antiinflamasi secara *in vitro* melaporkan bahwa daun kelor berkhasiat sebagai antiinflamasi pada konsentrasi 1000 ppm.

Pengujian aktivitas antiinflamasi dalam penelitian ini menggunakan metode *in vivo*. Metode *in vivo* merupakan metode pengujian yang dilakukan di dalam tubuh makhluk hidup. Metode ini dipilih karena pengukuran dapat dilakukan secara objektif. Kelebihan lain metode *in vivo* yaitu dapat digunakan sebagai langkah pengujian awal untuk mengetahui apakah bahan uji memiliki efek antiinflamasi atau tidak. Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit. Mencit digunakan sebagai hewan uji karena kemampuan reproduksi yang tinggi, biaya pemeliharaan yang relatif murah serta struktur anatomi dan fisiologinya mempunyai kemiripan dengan manusia (Abdullah, 2022; Noradina dan Herlina, 2021). Karagenan digunakan sebagai penginduksi edema pada mencit karena dapat menimbulkan radang yang relatif singkat, tidak

meninggalkan bekas, memberikan respon yang lebih peka terhadap obat antiinflamasi dibanding senyawa iritan lainnya, dan tidak menimbulkan kerusakan jaringan (Sukaina, 2013; Sentat dan Handayani, 2018).

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian uji *in vivo* ekstrak metanol daun kelor terhadap efek antiinflamasi dalam menurunkan edema pada kaki mencit yang diinduksi karagenan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

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

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Penelitian ini bermaksud untuk menganalisis senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak metanol daun kelor dan menentukan aktivitasnya sebagai antiinflamasi terhadap hewan uji mencit.

### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. menentukan rendemen ekstrak metanol daun kelor yang diperoleh dari hasil maserasi.

2. menganalisis metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak metanol daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dengan uji fitokimia
3. menentukan konsentrasi optimum ekstrak metanol daun kelor yang memiliki aktivitas sebagai antiinflamasi secara *in vivo*.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai kandungan senyawa metabolit sekunder daun kelor dan memberikan informasi tentang efek antiinflamasi dari ekstrak metanol daun kelor terhadap mencit.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Inflamasi**

##### **2.1.1 Tanda-Tanda Inflamasi**

Inflamasi atau peradangan adalah mekanisme pertahanan tubuh untuk melindungi diri dari infeksi dan cedera. Inflamasi berfungsi untuk menghilangkan jaringan yang rusak, partikel asing, mikroba dan antigen sehingga struktur dan fungsi jaringan kembali normal. Inflamasi dapat disebabkan oleh infeksi patogen (mikroorganisme), paparan fisik, bahan kimia dan respon imun yang tidak tepat. Agen infeksi seperti virus dan bakteri adalah pemicu peradangan yang paling umum (Safitri dan Roosdiana, 2020). Menurut Rahmi dan Pahriyani, (2021) ciri-ciri inflamasi antara lain sebagai berikut:

a. Kemerahan (Rubor)

Kemerahan terjadi pada fase awal inflamasi. Hal ini disebabkan karena terjadi pelebaran pembuluh darah pada jaringan yang mengalami gangguan sehingga mengakibatkan darah akan berkumpul pada daerah cedera jaringan.

b. Panas (Kalor)

Rasa panas dan warna kemerahan terjadi secara bersamaan. Rasa panas disebabkan karena jumlah darah lebih banyak di tempat radang daripada di daerah lain di sekitar radang.

c. Bengkak (Tumor)

Pembengkakan atau tumor disebabkan oleh peningkatan permeabilitas dinding kapiler dan pergerakan cairan dan sel dari darah yang bersirkulasi ke jaringan yang cedera. Ketika peradangan terjadi, dinding kapiler menjadi

permeabel, sehingga memudahkan sel darah putih dan protein terutama albumin diikuti oleh molekul yang lebih besar. Hal tersebut mengakibatkan plasma jaringan mengandung lebih banyak protein yang kemudian keluar dari kapiler dan masuk ke dalam jaringan sehingga menyebabkan jaringan menjadi bengkak.

#### d. Nyeri

Nyeri terjadi karena adanya pelepasan mediator inflamasi oleh sel mast. Sel mast kemudian akan melepaskan histamin yang menyebabkan sintesis dari mediator nyeri seperti prostaglandin. Prostaglandin inilah yang menyebabkan rasa nyeri.

#### e. Terganggunya fungsi jaringan (*Functio Laesa*)

*Functio Laesa* adalah rusaknya fungsi jaringan di dalam dan sekitar area inflamasi. *Functio Laesa* ditandai dengan aliran darah yang abnormal akibat penumpukan dan peningkatan aliran darah yang mengakibatkan jaringan kurang berfungsi dengan normal. Tanda inflamasi dapat dilihat pada Gambar 1.

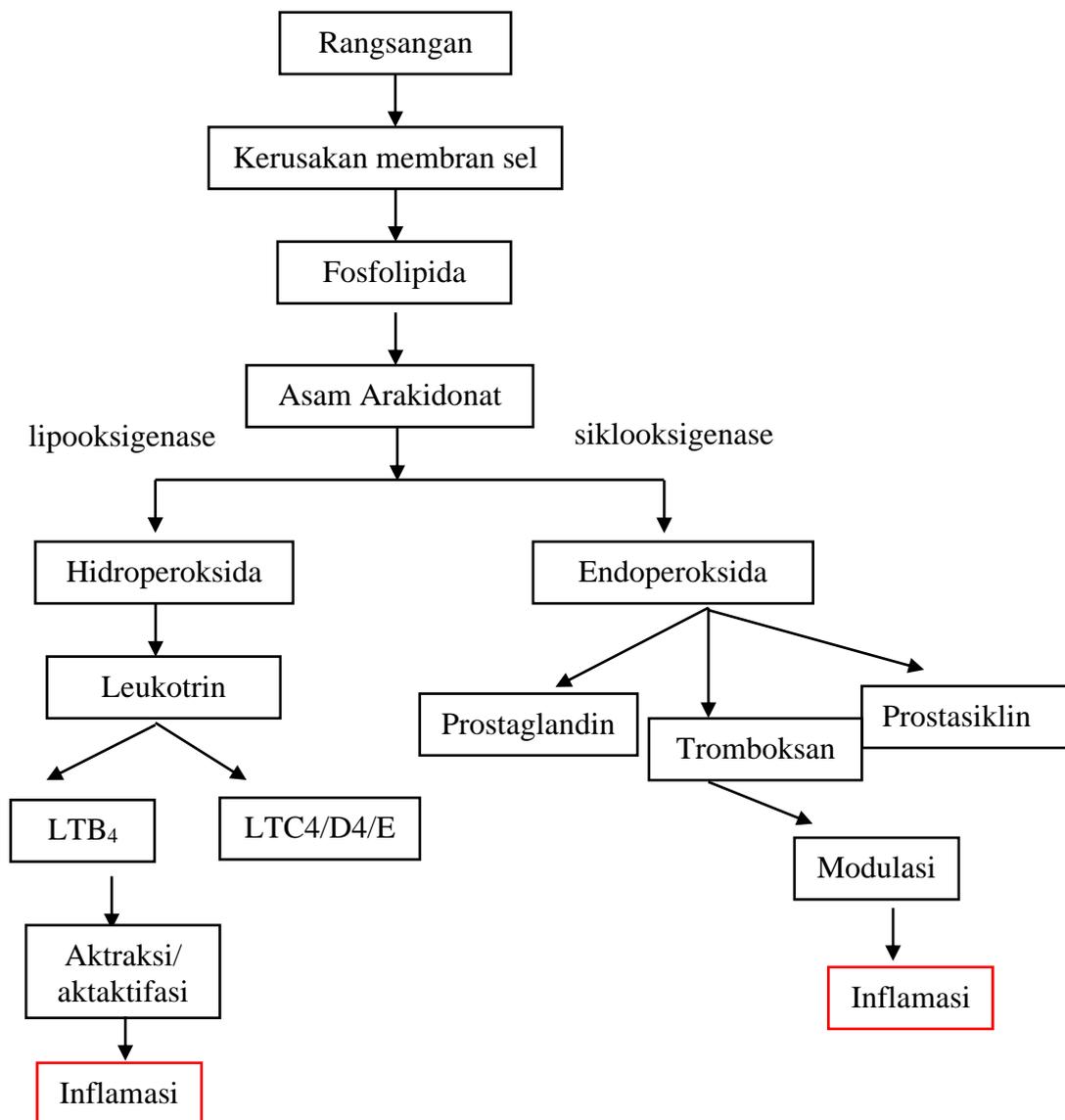


**Gambar 1.** Tanda-tanda inflamasi (Rahmi dan Pahriyani, 2021)

### 2.1.2 Mekanisme Inflamasi

Proses inflamasi dimulai dengan adanya suatu stimulus atau rangsangan yang mengakibatkan kerusakan sel. Reaksi terhadap kerusakan sel mengakibatkan sel tersebut akan melepaskan berbagai fosfolipid diantaranya adalah asam

arakidonat. Asam arakidonat merupakan asam lemak tak jenuh dengan atom karbon 20 yang digunakan untuk mensintesis prostaglandin melalui proses oksidasi dan siklisasi. Asam ini dihasilkan dari hidrolisis fosfolipid penyusun membran bilayer oleh enzim fosfolipase A<sub>2</sub> (Stryer, 2000). Asam arakidonat dibebaskan dan diaktifkan oleh beberapa enzim diantaranya siklooksigenase dan lipooksigenase. Enzim tersebut merubah asam arakidonat kedalam bentuk yang tidak stabil yang selanjutnya dimetabolisme menjadi leukotrien, prostaglandin, prostasiklin dan tromboksan. Mekanisme inflamasi dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Mekanisme terjadinya inflamasi (Zuhroh, 2018)

### 2.1.3 Mediator Inflamasi

Menurut Amalia (2016), Inflamasi dimulai saat sel mast berdegranulasi dan melepaskan bahan-bahan kimia seperti histamin, serotonin, bradikinin, dan prostaglandin yang dapat diuraikan sebagai berikut:

#### a. Histamin

Histamin merupakan mediator kimia utama inflamasi yang dilepaskan oleh basofil dan trombosit. Histamin mempunyai peran modulasi dalam berbagai inflamasi dan respon imun. Pelepasan histamin menyebabkan terjadinya vasodilatasi pembuluh darah sehingga terjadi peningkatan aliran darah dan terjadinya peningkatan permeabilitas kapiler pada awal inflamasi.

#### b. serotonin

Serotonin disintesis dari L-triptofan dalam sel enterochromaffin pada mukosa saluran cerna. Serotonin dapat menyebabkan kontraksi otot polos. Serotonin merupakan vasokonstriktor yang kuat kecuali pada otot rangka dan jantung, karena pada daerah tersebut serotonin dapat melebarkan pembuluh darah.

#### c. Bradikinin

Bradikinin berperan penting dalam proses peradangan yaitu dapat menyebabkan kemerahan, panas, bengkak, dan nyeri. Bradikinin menyebabkan vasodilatasi yang hebat dalam beberapa rangkaian vaskular, termasuk jantung, ginjal, otot rangka, usus, dan hepar.

#### d. Prostaglandin

Prostaglandin merupakan senyawa *eucosanoid* yang disintesis dari asam arakidonat oleh enzim *cyclooxygenase II* yang aktif selama peradangan. Prostaglandin meningkatkan sensitivitas sensor saraf terhadap rangsangan nyeri

dan permeabilitas vaskular serta bertindak sebagai vasodilator (Setiarto dan Karo, 2021).

## **2.2 Obat Antiinflamasi**

Obat antiinflamasi merupakan obat yang memiliki aktivitas menekan atau mengurangi peradangan. Obat antiinflamasi dibagi menjadi dua golongan yaitu golongan steroid dan golongan non steroid.

### **1. Obat antiinflamasi golongan steroid**

Obat antiinflamasi steroid banyak digunakan dalam pengobatan inflamasi karena kemampuannya untuk berinteraksi dengan respon imun. Aktivitas obat antiinflamasi steroid sebagai antiinflamasi yaitu dapat menurunkan leukosit pada daerah yang meradang. Obat ini juga mempunyai kemampuan untuk merangsang sintesis protein lipomoludin yang dapat menghambat kerja enzim fosfolipase. Adanya penghambatan aktivitas enzim fosfolipase dapat mencegah pelepasan asam arakidonat dan metabolisme lainnya seperti tromboksan, leukotrien, prostasiklin, dan prostaglandin. Prostaglandin dapat menimbulkan nyeri, demam dan pelepasan radikal oksigen sehingga menimbulkan kerusakan jaringan (Yuniar, 2017).

Contoh obat antiinflamasi golongan steroid yaitu prednison, indometasin, hidrokortison, deksametason, dan betametason (Muliati, 2014). Penggunaan obat antiinflamasi steroid dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan tukak lambung, osteoporosis, retensi cairan, dan gangguan elektrolit. Efek samping yang lain dari obat antiinflamasi steroid adalah hiperglikemia, insomnia dan mudah terkena infeksi (Yuniar, 2017).

## **2. Obat antiinflamasi golongan non steroid (AINS)**

Obat AINS adalah suatu golongan obat yang memiliki khasiat sebagai analgesik (peredam nyeri), antipiretik (penurun panas) dan antiinflamasi (anti radang). Obat AINS bekerja melalui penghambatan enzim siklooksigenase. Obat tersebut menghambat enzim siklooksigenase sehingga konversi asam arakidonat menjadi prostaglandin G<sub>2</sub> (PGG<sub>2</sub>) terganggu (Gunawan, 2007). Menurut Gori (2021), penggolongan obat antiinflamasi non steroid dibagi dalam beberapa kelompok, yaitu

- a. Salisilat : asetosal, benorilat dan diflunisal
- b. Asetat : natrium diklofenak, indometasin dan sulindac
- c. Propionat : ibuprofen, ketoprofen, flurbiprofen, naproksen, dan tiaprofenat
- d. Oxicam : piroxicam, tenoxicam dan meloxicam
- e. Pirazolon : oksifenilbutazon dan azapropazon

Obat AINS umumnya bersifat asam sehingga banyak terkumpul dalam sel yang bersifat asam seperti di lambung, ginjal dan jaringan inflamasi. Efek samping yang sering dari terjadi adalah induksi tukak lambung yang disertai anemia akibat pendarahan di saluran cerna. Efek samping lainnya dari obat ini yaitu adanya gangguan dari fungsi trombosit karena terjadi penghambatan biosintesis tromboksan, sehingga terjadi pendarahan dalam waktu yang lama (Harnis, 2019).

### **2.3 Kelor (*Moringa oleifera* L.)**

#### **2.3.1 Klasifikasi**

Kelor adalah salah satu pohon sayuran hijau yang banyak tumbuh di Asia termasuk Indonesia. Menurut sejarah, tanaman kelor berasal dari kawasan sekitar

Himalaya dan India, kemudian menyebar luas ke daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia (Mbikay, 2012). Tanaman kelor di Indonesia dikenal dengan berbagai nama. Masyarakat Sulawesi menyebutnya dengan *kero*, *wori*, *kelo* atau *keloro*. Masyarakat Madura menyebutnya dengan nama *maronggih* dan di Sumbawa disebut dengan *kawona* (Hardiyanthi, 2015). Menurut Tarigan (2020), klasifikasi tanaman kelor sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Subdivisi : Angiospermae  
Kelas : Dicotyledoneae  
Ordo : Brassicales  
Familia : Moringaceae  
Genus : Moringa  
Spesies : *Moringa oleifera* L.

### **2.3.2. Morfologi Tanaman Kelor**

Tanaman kelor memiliki ketinggian 7-12 m, dengan daun sebesar ujung jari berbentuk bulat telur dan tersusun majemuk. Tanaman ini berbunga sepanjang tahun, berwarna putih, buah dengan ukuran 30 cm. Batang kayunya lunak dan mudah patah, cabangnya jarang, tetapi mempunyai akar yang kuat. Tanaman kelor dapat tumbuh dengan cepat dan dapat bertahan pada musim kemarau. Tanaman kelor juga dapat menyesuaikan diri dengan tanah disekitarnya. Tanah berpasir dan tanah lempung adalah tempat terbaik untuk pertumbuhan kelor. Tanaman ini tumbuh subur di daerah dataran rendah sampai ketinggian 1000 m diatas permukaan laut. Tanah dengan pH 6,3-7,0 merupakan tempat yang cocok untuk pertumbuhan kelor. Suhu udara yang cocok untuk tanaman kelor yaitu

25°C- 40°C. Kelor tidak tahan dengan cuaca dingin, apabila berada pada suhu dibawah 21°C, maka daunnya akan gugur dan tumbuh kembali pada suhu udara yang sesuai. Daun kelor berbentuk lonjong, dengan tepi daun yang rata, kecil dan tersusun majemuk dalam satu tangkai (Gambar 4) (Tarigan, 2020).



**Gambar 4.** Daun kelor (Tarigan, 2020)

### 2.3.3 Kandungan Daun Kelor

Daun kelor mengandung senyawa antioksidan seperti mineral, asam amino esensial, flavonoid dan tanin (Justina dan Surya, 2019). Daun kelor mengandung makro elemen seperti potasium, kalsium, magnesium, sodium, fosfor, dan mikro elemen seperti mangan, seng dan besi (Krisnadani, 2016). Kandungan daun kelor per 100 g dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kandungan daun kelor per 100 g (Arka, 2019)

<b>Komposisi</b>	<b>Jumlah</b>
Protein	6,8 g
Energi	92 kal
Lemak	1,7 g
Karbohidrat	12,5 g
Kalsium	440 mg
Potassium	259 mg
Fosfor	70 mg
Besi	7 mg
Zink	0,16 mg
Karoten	6,78 mg
Vitamin A	16,3 mg

#### 2.4.4 Manfaat Kelor

Kelor dikenal sebagai *The Miracle Tree* atau pohon ajaib karena terbukti secara alamiah merupakan sumber gizi berkhasiat obat (Tjong dkk., 2021). Adapun data beberapa penelitian mengenai manfaat dari daun kelor dapat dilihat pada Tabel 2.

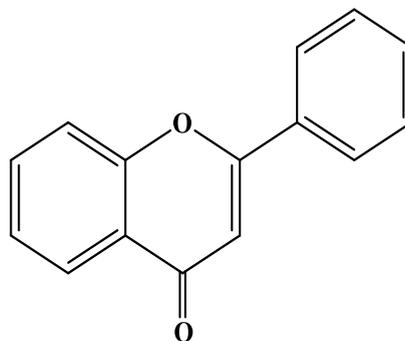
**Tabel 2.** Manfaat daun kelor dari beberapa penelitian sebelumnya

No	Manfaat	Hasil	Referensi
1	Antikanker	Fraksi etil asetat daun kelor memiliki aktivitas sitotoksik yang tinggi terhadap sel kanker payudara T47D	Gaffar dkk., 2018
2	Antidiabetes	Ekstrak etanol daun kelor pada tikus yang diinduksi hiperglikemia dengan dosis 250 mg/kgBB dan 50 mg/kgBB selama 21 hari dapat menyebabkan produksi insulin lebih tinggi dan derajat insulinitis rendah dibanding kelompok kontrol	Sulistyorini dkk., 2015
3	Antibakteri	Ekstrak etanol daun kelor memiliki aktivitas antibakteri terhadap <i>E.coli</i> dan <i>S. aureus</i> yang memiliki Kadar Hambat Minimum (KHM) yaitu 12 mm pada <i>E.coli</i> dan 11 mm pada <i>S.aureus</i>	Dima dkk., 2016
4	Antioksidan	Ekstrak etanol daun kelor muda dan tua daerah pesisir memiliki IC <sub>50</sub> sebesar 172,71 µg/mL dan 258,92 µg/mL yang dikategorikan sebagai antioksidan lemah, sedangkan daun kelor muda dari kawasan pegunungan sebesar 97,79 µg/mL yang tergolong antioksidan kuat, dan daun kelor tua dari kawasan pegunungan sebesar 143,14µg/mL yang dikategorikan sebagai antioksidan sedang	Mubarak dkk., 2017
5	Anti hiperurisemia	Ekstrak metanol daun kelor memiliki aktivitas penghambatan terhadap <i>xanthine oxidase</i> pada konsentrasi 160 ppm dengan nilai inhibisi sebesar 21,35%.	Natsir dkk., 2022

## 2.5 Flavonoid Daun Kelor

Flavonoid adalah kelompok senyawa fenol terbesar yang ditemukan di alam. Flavonoid ditemukan dalam buah, sayuran, biji-bijian, kulit kayu, akar, batang, bunga, teh, dan anggur. Flavonoid memiliki kerangka dasar 15 atom karbon yang terdiri dari dua cincin benzena ( $C_6$ ) terikat pada suatu rantai propana ( $C_3$ ) sehingga membentuk suatu susunan  $C_6-C_3-C_6$ . Flavonoid merupakan senyawa yang bersifat polar karena mempunyai sejumlah gugus hidroksil, sehingga akan larut dalam pelarut polar (Riwanti dkk., 2020).

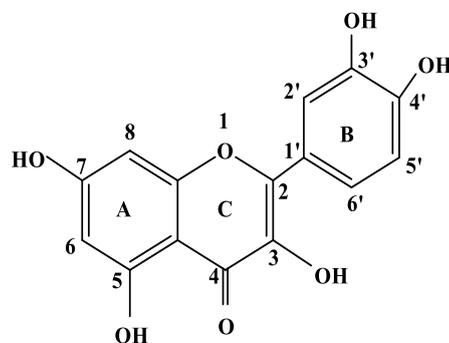
Flavonoid dikelompokkan menjadi 6 golongan, yaitu flavon, isoflavon, flavanon, flavonol, flavanol, dan antosianidin. Penggolongan flavonoid ini berdasarkan pada perbedaan struktur kimianya, yaitu perbedaan substituen cincin heterosiklik yang mengandung oksigen dan perbedaan distribusi gugus hidroksil (Pratami, 2018). Flavonoid umumnya terdapat dalam dua jenis yaitu aglikon flavonoid dan glikosida flavonoid. Aglikon flavonoid seperti isoflavon, flavon maupun flavonol adalah flavonoid tanpa gula terikat sedangkan glikosida flavonoid adalah flavonoid yang terikat pada gula. Ikatan flavonoid dengan gula menyebabkan banyaknya bentuk kombinasi yang terjadi dalam tumbuhan, sehingga flavonoid dalam tumbuhan jarang ditemukan dalam keadaan tunggal (Arka, 2019). Struktur flavonoid dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5** . Struktur Flavonoid (Pratami, 2018)

Senyawa flavonoid dapat diisolasi dari tanaman kelor. Kelor mengandung senyawa bioaktif golongan flavonoid diantaranya kuersetin dan kaempferol. Daun kelor mengandung senyawa flavonoid kaempferol sebanyak 83,44 mg/ 100 g sampel dan kuersetin sebanyak 348,616 mg/100 g sampel (Leone dkk., 2015). Kuersetin termasuk jenis flavonoid yang merupakan komponen bioaktif utama kelor dan berkhasiat sebagai antiinflamasi (Naraswanik, 2021).

Kuersetin merupakan senyawa flavonoid golongan flavonol dengan nama 2-(3,4-dihiroksiphenil)-3,5,7-trihidroksi-4H-1-benzopiran-4-one. Rumus kimia senyawa kuersetin adalah  $C_{15}H_{12}O_7$  dengan berat molekul 302,24. Senyawa tersebut merupakan bioflavonol yang terbentuk dari 2 gugus benzena yang terikat pada cincin *heterocyclicpyrane* (Naraswanik, 2021). Struktur meta 5,7-dihidroksil pada cincin A menunjukkan kemampuan sebagai donor ion hydrogen sehingga terbentuk senyawa adikal yang kurang aktif. Gugus 3'-4'- dihidroksil pada cincin B senyawa flavonoid berperan sebagai *scavenger* senyawa oksigen reaktif (ROS) (Hardiyanthi, 2015). Kuersetin merupakan senyawa flavonoid yang paling berlimpah dan ditemukan dalam buah-buahan dan sayuran. Kuersetin terdapat pada daun dan bagian lain pada tumbuhan dalam bentuk aglikon dan glikosida (Leone dkk., 2015). Struktur kuersetin dapat dilihat pada gambar 6.



**Gambar 6.** Struktur Kuersetin (Hardiyanthi, 2015).

## 2.6 Maserasi

Maserasi adalah proses perendaman sampel dalam pelarut organik dengan beberapa kali pengadukan pada temperatur ruangan. Maserasi bertujuan untuk menarik zat-zat berkhasiat yang tahan pemanasan maupun yang tidak tahan pemanasan. Penekanan utama dalam maserasi yaitu tersedianya waktu kontak yang cukup antara pelarut dan jaringan yang akan diekstraksi (Guenther, 2011). Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi sederhana yang banyak digunakan. Metode ini dilakukan dengan cara memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah yang tertutup pada suhu kamar. Proses maserasi dihentikan apabila tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam sel tanaman dengan konsentrasi senyawa dalam pelarut (Agoes, 2007).

Maserasi merupakan metode yang menguntungkan karena sel simplisia yang direndam di dalam pelarut akan mengalami pemecahan dinding dan membran sel akibat perbedaan tekanan antara di dalam dan di luar sel sehingga metabolit sekunder yang ada dalam sitoplasma akan terlarut. Keuntungan yang lain dari teknik maserasi yaitu lebih praktis, tidak memerlukan pemanasan dan menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil. Kerugian dari maserasi yaitu menggunakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak dan beberapa senyawa mungkin sulit diekstraksi pada suhu kamar (Agoes, 2007). Penelitian oleh Susanty dkk. (2019), menghasilkan rendamen ekstrak daun kelor dengan metode maserasi yaitu sebanyak 8,55%, sonikasi sebanyak 6,425%, perkolasi sebanyak 3,562%, dan sokletasi sebanyak 1,875%.

## 2.7 Karagenan

Karagenan merupakan polisakarida yang berasal dari ekstraksi rumput laut famili *Eucheuma*, *Chondrus* dan *Gigartina*. Karagenan merupakan polisakarida yang terdiri dari monomer unit galaktosa sulfat. Bentuk karagenan yaitu berupa serbuk berwarna putih hingga kuning kecoklatan, ada yang berbentuk butiran kasar hingga serbuk halus (Rowe dkk., 2006). Karagenan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pembentuk gel, *stabilizing*, formulasi pada kosmetik dan digunakan pada aplikasi industri. Karagenan juga dapat digunakan sebagai senyawa iritan yang pada pengujian obat antiinflamasi. Senyawa tersebut dapat menginduksi inflamasi akut pada tikus atau mencit tanpa menimbulkan kerusakan pada kaki yang meradang (Kartika, 2015).

Karagenan yang digunakan untuk menginduksi edema pada kaki mencit umumnya menggunakan larutan dengan konsentrasi 1-3% dengan cara dilarutkan ke dalam garam fisiologis (NaCl fisiologis 0,9%). Karagenan dipilih dalam pembentukan edema karena dapat menstimulasi pelepasan prostaglandin setelah disuntikkan ke hewan uji. Pelepasan prostaglandin tersebut akan bertahan hingga 6 jam dan berkurang dalam waktu 24 jam setelah injeksi (Kartika, 2015). Waktu pembengkakan yang diakibatkan oleh karagenan relatif pendek yaitu 3-5 jam sehingga memudahkan untuk pengamatan. Karagenan tidak meninggalkan bekas dan tidak menyebabkan kerusakan permanen pada jaringan sekitar inflamasi. Karagenan sebagai penginduksi edema merupakan turunan polisakarida yang akan dikenali oleh tubuh sebagai substansi asing sehingga mampu menginduksi terjadinya edema melalui beberapa mekanisme. Karagenan merangsang fosfolipid membran sel mast yang terdapat dalam jaringan ikat di sekitar telapak kaki mencit untuk mengeluarkan asam arakidonat dengan bantuan enzim fosfolipase A<sub>2</sub> sehingga menghasilkan berbagai mediator inflamasi (Muchtari, 2017).