

Potensi Antiinflamasi dari Kombinasi Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma longa L.*) dan Hidroksiapatit pada Tikus Putih Jantan (*Mus musculus*)

*Anti-Inflammatory Potential of Combined Turmeric Rhizome Extract (*Curcuma longa L.*) and Hydroxyapatite in Male White Mice (*Mus musculus*)*

Ahmad Hafizullah Ritonga^{1*}, Fatma Amelia², Herlina³, Barita Aritonang⁴, Karnirius Harefa⁵

^{1,2,3,4,5}Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam, Deli Serdang-20512, Sumatera Utara

*Email: ahmad.hafizullah.r@gmail.com

Abstrak

Inflamasi merupakan respons protektif tubuh terhadap cedera jaringan yang perlu dikendalikan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Penggunaan obat antiinflamasi nonsteroid efektif, namun berpotensi menimbulkan efek samping, sehingga diperlukan alternatif yang lebih aman. Rimpang kunyit (*Curcuma longa L.*) diketahui memiliki aktivitas antiinflamasi, sedangkan hidroksiapatit (HA) bersifat biokompatibel dan berpotensi meningkatkan efektivitas kombinasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi antiinflamasi kombinasi ekstrak etanol rimpang kunyit dan HA pada mencit putih jantan (*Mus musculus*). Metode penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan model inflamasi akut yang diinduksi oleh karagenan 1% secara intraplantar. Sebanyak 25 ekor mencit dibagi menjadi lima kelompok, yaitu kontrol negatif (Na-CMC 0,5%), kontrol positif (natrium diklofenak), serta tiga kelompok perlakuan dengan konsentrasi 0,5%, 1%, dan 1,5%. Volume udem diukur setiap 1 jam selama 6 jam dan dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis yang dilanjutkan dengan uji lanjut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh kelompok perlakuan memberikan efek antiinflamasi dibandingkan dengan kontrol negatif, yang ditandai dengan penurunan volume edema dan persentase radang serta peningkatan persentase inhibisi radang, dengan konsentrasi 1,5% menunjukkan efek paling optimal. Kesimpulan ini menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak etanol rimpang kunyit dan HA berpotensi sebagai agen antiinflamasi yang efektif pada mencit putih jantan.

Kata kunci: Ekstrak rimpang kunyit; Hidroksiapatit; Antiinflamasi; Edema terinduksi karagenan, *Mus musculus*.

Abstract

Inflammation is a protective response of the body to tissue injury that needs to be controlled to prevent further damage. The use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs is effective; however, it has the potential to cause side effects, so safer alternatives are needed. Turmeric rhizome (*Curcuma longa L.*) is known to have anti-inflammatory activity, while hydroxyapatite (HA) is biocompatible and has the potential to enhance the effectiveness of the combination. This study aims to evaluate the anti-inflammatory potential of the combination of turmeric rhizome ethanolic extract and HA in male white mice (*Mus musculus*). This research method uses an experimental design with an acute inflammation model induced by intraplantar injection of 1% carrageenan. A total of 25 mice were divided into five groups: negative control (0.5% Na-CMC), positive control (diclofenac sodium), and three treatment groups at 0.5%, 1%, and 1.5%. Edema volume was measured every 1 hour for 6 hours and analyzed using the Kruskal-Wallis test followed by a post hoc test. The results of this study showed that all treatment groups exerted anti-inflammatory effects compared to the negative control, as indicated by decreases in edema volume and the percentage of inflammation and increases in the percentage of inhibition of inflammation, with the 1.5% concentration showing the most optimal effect. These findings indicate that the combination of turmeric rhizome ethanolic extract and HA has potential as an effective anti-inflammatory agent in male white mice.

Keywords: Turmeric rhizome extract; Hydroxyapatite; Anti-inflammatory; Carrageenan-induced edema; *Mus musculus*.

*Corresponding author: Ahmad Hafizullah Ritonga, Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam, Deli Serdang, Indonesia

E-mail : ahmad.hafizullah.r@gmail.com

Doi : 10.35451/garbm90

Received : March 18, 2026, Accepted: April 7, 2026, Published: April 30, 2026

Copyright: © 2026 Ahmad Hafizullah Ritonga (s). Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

1. PENDAHULUAN

Penyakit yang berkaitan dengan proses inflamasi menunjukkan kecenderungan peningkatan prevalensi secara global dan menjadi salah satu masalah kesehatan utama. Berdasarkan laporan World Health Organization (WHO), berbagai penyakit yang melibatkan mekanisme inflamasi, baik akut maupun kronis, berkontribusi secara signifikan terhadap angka morbiditas dan mortalitas di dunia. Di Indonesia, prevalensi penyakit yang melibatkan inflamasi juga cukup tinggi, di antaranya kanker, asma, diabetes melitus, dan penyakit sendi, yang menunjukkan bahwa inflamasi berperan penting dalam perkembangan berbagai penyakit kronis [1,2].

Inflamasi merupakan respons biologis kompleks sebagai mekanisme pertahanan tubuh terhadap cedera jaringan, infeksi, maupun paparan zat asing. Proses ini melibatkan aktivasi sel imun dan pelepasan mediator inflamasi seperti prostaglandin, sitokin, dan leukotrien. Meskipun berperan penting dalam proses penyembuhan, inflamasi yang berlebihan atau berlangsung kronis dapat menyebabkan kerusakan jaringan dan berkontribusi terhadap penyakit degeneratif, seperti arthritis, penyakit kardiovaskular, diabetes melitus tipe 2, serta gangguan neurodegeneratif [3,4]. Oleh karena itu, pengendalian inflamasi menjadi aspek penting dalam pencegahan dan terapi penyakit. Pengobatan inflamasi umumnya menggunakan obat antiinflamasi nonsteroid (NSAIDs) yang bekerja melalui penghambatan enzim siklooksigenase (COX) sehingga menekan sintesis prostaglandin. Meskipun efektif, penggunaan NSAIDs dalam jangka panjang dapat menimbulkan efek samping seperti gangguan gastrointestinal, perdarahan, hipertensi, serta gangguan fungsi hati dan ginjal [5–7]. Hal ini mendorong perlunya pengembangan terapi alternatif yang lebih aman dan memiliki efek samping minimal.

Salah satu pendekatan yang berkembang adalah pemanfaatan bahan alam sebagai agen terapi antiinflamasi. Kunyit (*Curcuma longa* L.), khususnya bagian rimpangnya, telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional dan diketahui mengandung senyawa aktif seperti kurkumin yang memiliki aktivitas antiinflamasi, analgesik, dan antioksidan [2,4,8]. Berbagai penelitian dalam lima tahun terakhir menunjukkan bahwa kurkumin memiliki aktivitas antiinflamasi yang signifikan melalui penghambatan jalur sinyal inflamasi seperti NF- κ B serta penurunan produksi sitokin proinflamasi [9,10]. Selain itu, kurkumin dilaporkan efektif dalam mengurangi inflamasi pada penyakit kronis seperti osteoarthritis dan rheumatoid arthritis [11]. Pengembangan sistem penghantaran berbasis nanoteknologi juga menunjukkan bahwa formulasi kurkumin mampu meningkatkan bioavailabilitas serta efektivitas terapeutiknya [12]. Penelitian lain melaporkan bahwa kombinasi kurkumin dengan material biokompatibel seperti hidroksiapatit dapat meningkatkan stabilitas serta memberikan efek antiinflamasi yang lebih optimal melalui mekanisme pelepasan terkontrol [13]. Selain itu, formulasi berbasis hidroksiapatit yang mengandung kurkumin dilaporkan mampu meningkatkan aktivitas antioksidan dan antiinflamasi dalam sistem biologis [14].

Namun demikian, pemanfaatan kurkumin sebagai agen terapeutik masih menghadapi kendala utama berupa bioavailabilitas yang rendah. Kurkumin memiliki kelarutan yang rendah dalam air, mengalami metabolisme yang cepat di dalam tubuh, serta memiliki stabilitas yang terbatas, sehingga konsentrasi efektifnya dalam sirkulasi sistemik menjadi rendah dan berdampak pada kurang optimalnya efek terapeutik yang dihasilkan [15]. Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk meningkatkan bioavailabilitas dan efektivitas kurkumin, salah satunya melalui kombinasi dengan material yang berfungsi sebagai sistem penghantaran obat. Hidroksiapatit (HA) merupakan material biokeramik yang memiliki kesamaan struktur dengan mineral penyusun tulang dan gigi, sehingga menunjukkan sifat biokompatibilitas dan bioaktivitas yang sangat baik [16–18]. Selain banyak digunakan dalam bidang ortopedi dan kedokteran gigi, hidroksiapatit juga memiliki potensi yang besar dalam bidang farmasi sebagai sistem penghantaran obat (*drug delivery system*). Hal ini disebabkan oleh kemampuannya dalam mengadsorpsi, membawa, dan melepaskan senyawa aktif secara bertahap dan terkontrol, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penghantaran serta efektivitas terapeutik dari senyawa yang dikombinasikan [19–21].

Berdasarkan uraian tersebut, kombinasi ekstrak etanol rimpang kunyit dan HA berpotensi memberikan efek sinergis sebagai agen antiinflamasi. Namun, penelitian mengenai kombinasi tersebut sebagai agen antiinflamasi secara *in vivo* masih terbatas, khususnya pada model inflamasi akut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi antiinflamasi dari kombinasi ekstrak etanol rimpang kunyit dan HA pada mencit putih jantan (*Mus musculus*).

2. METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi rimpang kunyit (*Curcuma longa* L.), hidroksiapatit (HA), akuades, natrium karboksimetil selulosa (Na-CMC), karagenan 1%, etanol 96%, larutan NaCl 0,9%, natrium diklofenak 50 mg, serbuk magnesium, asam klorida (HCl) pekat, amil alkohol, FeCl₃, HCl 2 N, dan pereaksi Mayer.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi batang pengaduk, timbangan analitik, sonde oral, cawan penguap, rotary evaporator, hot plate, blender, gelas beker, gelas ukur, spuit 1 mL, pipet tetes, labu ukur, toples kaca, dan pletismometer.

Prosedur

Hewan Uji dan Perlakuan

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit putih jantan (*Mus musculus*) dengan berat badan 20–30 g, berumur 2–3 bulan, dan dalam kondisi sehat. Jumlah mencit yang digunakan sebanyak 25 ekor, yang dibagi ke dalam 5 kelompok perlakuan. Penentuan jumlah hewan uji dilakukan berdasarkan rumus Federer sebagai berikut:

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

dengan keterangan:

t = jumlah kelompok perlakuan

n = jumlah sampel tiap kelompok

Berdasarkan rumus tersebut, dengan jumlah 5 kelompok perlakuan, maka jumlah minimal sampel pada setiap kelompok adalah 5 ekor mencit.

Preparasi dan Ekstraksi Sampel

Sampel yang digunakan adalah rimpang kunyit yang diperoleh dari pasar tradisional Lubuk Pakam, dengan karakteristik berwarna oranye tua hingga kuning, berukuran sedang, bercabang, serta memiliki tekstur segar dan tidak rusak. Sebanyak 3 kg rimpang kunyit dicuci menggunakan air mengalir, kemudian ditiriskan dan ditimbang sebagai berat basah. Selanjutnya, sampel dikeringkan, dilakukan sortasi kering, kemudian dirajang dan dikeringkan menggunakan lemari pengering hingga rapuh. Simplisia kering kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh serbuk, lalu disimpan dalam wadah kaca tertutup rapat pada suhu kamar [22–24]. Sebanyak 300 g serbuk simplisia dimasukkan ke dalam bejana maserasi, kemudian ditambahkan etanol 96% hingga seluruh serbuk terendam. Proses maserasi dilakukan selama 24 jam pada suhu kamar dan terlindung dari sinar matahari langsung, dengan pengadukan sesekali. Selanjutnya dilakukan penyaringan, dan ampas diremaserasi untuk memperoleh ekstrak secara maksimal. Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak kental rimpang kunyit [5,6,25].

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak rimpang kunyit, meliputi alkaloid, flavonoid, dan tanin. Pemeriksaan alkaloid dilakukan dengan melarutkan 0,25 g ekstrak rimpang kunyit dalam 2,5 mL HCl 2 N, kemudian ditambahkan pereaksi Mayer. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya endapan berwarna putih [22,24]. Pemeriksaan flavonoid dilakukan dengan menambahkan 1 g ekstrak rimpang kunyit ke dalam 10 mL akuades, kemudian dipanaskan hingga mendidih selama 5 menit dan disaring dalam keadaan panas. Sebanyak 5 mL filtrat ditambahkan 0,1 g serbuk magnesium, 1 mL HCl pekat, dan 2 mL amil alkohol, kemudian dihomogenkan dan dibiarkan hingga terbentuk dua lapisan. Hasil positif flavonoid ditandai dengan terbentuknya warna merah, kuning, atau jingga pada lapisan amil alkohol [25,26]. Pemeriksaan tanin dilakukan dengan menambahkan 1 g ekstrak ke dalam 10 mL akuades, kemudian dipanaskan selama 3 menit, didinginkan, dan disaring. Filtrat diencerkan hingga tidak berwarna, kemudian diambil 2 mL dan ditambahkan 1–2 tetes larutan FeCl₃ 1%. Hasil positif tanin ditandai dengan terbentuknya warna biru kehitaman atau hijau kehitaman [23,27,28].

Penyiapan Bahan Uji

Pembuatan Suspensi Karagenan 1%

Suspensi karagenan 1% dibuat dengan menimbang 1 g karagenan, kemudian disuspensikan dalam larutan NaCl 0,9% hingga mencapai volume 100 mL dalam gelas beker, dan diaduk hingga homogen [26,27].

Pembuatan Larutan Na-CMC 0,5%

Larutan Na-CMC 0,5% dibuat dengan menambahkan 0,5 g Na-CMC secara bertahap ke dalam 50 mL akuades yang telah dipanaskan hingga ± 70 °C sambil diaduk hingga terbentuk dispersi koloidal. Selanjutnya, volume larutan dicukupkan dengan akuades hingga 100 mL [23,24].

Pembuatan Suspensi Natrium Diklofenak (Kontrol Positif)

Suspensi natrium diklofenak dibuat dengan menggerus tablet yang mengandung 50 mg zat aktif hingga halus, kemudian disuspensikan dalam Na-CMC 0,5% hingga homogen dan dicukupkan volumenya hingga 100 mL. Suspensi ini digunakan sebagai kontrol positif dan diberikan secara oral dengan volume yang sama pada setiap hewan uji [23,26].

Pembuatan Suspensi Kombinasi Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit (EERK) dan HA

Suspensi kombinasi ekstrak etanol rimpang kunyit (EERK) dan HA dibuat dengan perbandingan 1:1. Masing-masing bahan ditimbang sebanyak 0,25 g; 0,5 g; dan 0,75 g, kemudian digerus dan disuspensikan dalam larutan Na-CMC 0,5% hingga homogen. Selanjutnya, campuran dimasukkan ke dalam labu ukur dan volumenya dicukupkan hingga 100 mL menggunakan Na-CMC 0,5%. Konsentrasi yang dihasilkan berturut-turut adalah 0,25%; 0,5%; dan 0,75% (b/v). Variasi konsentrasi ini digunakan untuk mengevaluasi pengaruh peningkatan kadar kombinasi ekstrak dan hidroksiapatit terhadap aktivitas antiinflamasi [24,29].

Perlakuan Hewan Uji dan Pemberian Sediaan

Mencit putih jantan (*Mus musculus*) diadaptasikan selama ± 7 hari dalam kondisi lingkungan terkontrol dengan pemberian pakan dan air minum yang cukup. Sebelum perlakuan, mencit dipuasakan selama 8 jam dengan tetap diberikan air minum secara *ad libitum* [24,30]. Hewan uji dibagi menjadi lima kelompok perlakuan, yaitu kontrol negatif (Na-CMC 0,5%), kontrol positif (natrium diklofenak 6,5 mg/kgBB), serta tiga kelompok perlakuan kombinasi ekstrak etanol rimpang kunyit dan hidroksiapatit dengan dosis bertingkat.

Tabel 1. Pembagian Kelompok dan Konsentrasi Bahan Uji

No	Kelompok	Na-CMC (%)	Natrium Diklofenak	EERK (%)	HA (%)
1	Kontrol (-)	0,5	-	-	-
2	Kontrol (+)	0,5	suspensi	-	-
3	Konsentrasi rendah 0,5%	0,5	-	0,25	0,25
4	Konsentrasi sedang 1%	0,5	-	0,50	0,50
5	Konsentrasi tinggi 1,5%	0,5	-	0,75	0,75

Setiap kelompok diberikan sediaan uji secara oral dengan volume yang sama. Setelah pemberian sediaan, mencit diinduksi inflamasi dengan menyuntikkan karagenan 1% secara intraplantar pada telapak kaki. Volume edema diukur setiap 1 jam selama 6 jam menggunakan pletismometer untuk mengevaluasi aktivitas antiinflamasi [23,24].

Pengujian Aktivitas Antiinflamasi

Pada hari pengujian, masing-masing mencit ditimbang dan diberi tanda pada salah satu kaki belakang. Selanjutnya, kaki yang telah diberi tanda dimasukkan ke dalam sel berisi cairan pada alat pletismometer hingga mencapai garis batas, kemudian dicatat sebagai volume awal (V_0), yaitu volume kaki sebelum induksi inflamasi dan pemberian sediaan uji. Inflamasi diinduksi dengan menyuntikkan 0,1 mL larutan karagenan 1% secara intraplantar pada telapak kaki mencit. Setelah 3 jam induksi, volume edema diukur kembali dan dicatat sebagai

volume setelah induksi. Selanjutnya, masing-masing mencit diberikan sediaan uji secara oral sesuai dengan kelompok perlakuan. Kelompok perlakuan terdiri dari:

- a) Kelompok I : diberi suspensi Na-CMC 0,5% sebagai kontrol negatif
- b) Kelompok II : diberi suspensi natrium diklofenak sebagai kontrol positif
- c) Kelompok III : diberi suspensi kombinasi EERK dan HA konsentrasi 0,25% (b/v)
- d) Kelompok IV : diberi suspensi kombinasi EERK dan HA konsentrasi 0,5% (b/v)
- e) Kelompok V : diberi suspensi kombinasi EERK dan HA konsentrasi 0,75% (b/v)

Pengukuran volume edema dilakukan setiap 1 jam selama 6 jam menggunakan pletismometer. Volume edema ditentukan berdasarkan perubahan volume cairan pada alat pletismometer [3,31].

Perhitungan Persen Radang dan Persen Inhibisi Radang

Data yang diperoleh berupa volume edema sebelum dan sesudah induksi karagenan, kemudian dihitung menjadi persen radang dan persen inhibisi radang.

- 1) Persen radang dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Radang} = \frac{(V_t - V_0)}{V_0} \times 100\%$$

Keterangan: V_t = volume edema pada waktu t, dan V_0 = volume awal kaki mencit

- 2) Persen inhibisi radang dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Inhibisi Radang} = \frac{(a - b)}{a} \times 100\%$$

Keterangan: a = persen radang rata-rata kelompok kontrol negatif, dan b = persen radang rata-rata kelompok perlakuan dan kontrol positif

3. HASIL

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia terhadap serbuk simplisia rimpang kunyit dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam sampel. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui golongan senyawa bioaktif yang berpotensi memberikan aktivitas farmakologis. Uji fitokimia yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi identifikasi senyawa alkaloid, flavonoid, dan tanin. Hasil pengujian skrining fitokimia rimpang kunyit disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Skrining Fitokimia Rimpang Kunyit

Uji Fitokimia	Hasil
Alkaloid	+
Flavonoid	+
Tannin	+

Keterangan: (+) positif mengandung golongan senyawa, (-) Negatif : tidak mengandung golongan senyawa

Rendemen Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit

Sebelum dilakukan proses ekstraksi, rimpang kunyit terlebih dahulu diolah menjadi simplisia melalui tahapan pencucian, pengeringan, dan penghalusan. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air serta memperluas permukaan bahan, sehingga memudahkan pelarut dalam mengekstraksi senyawa aktif. Penetapan rendemen dilakukan untuk mengetahui efisiensi proses ekstraksi serta jumlah ekstrak kental yang dihasilkan dari bahan baku simplisia yang digunakan. Pada penelitian ini diperoleh ekstrak kental sebanyak 41 g dari 300 g simplisia rimpang kunyit. Persentase rendemen dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

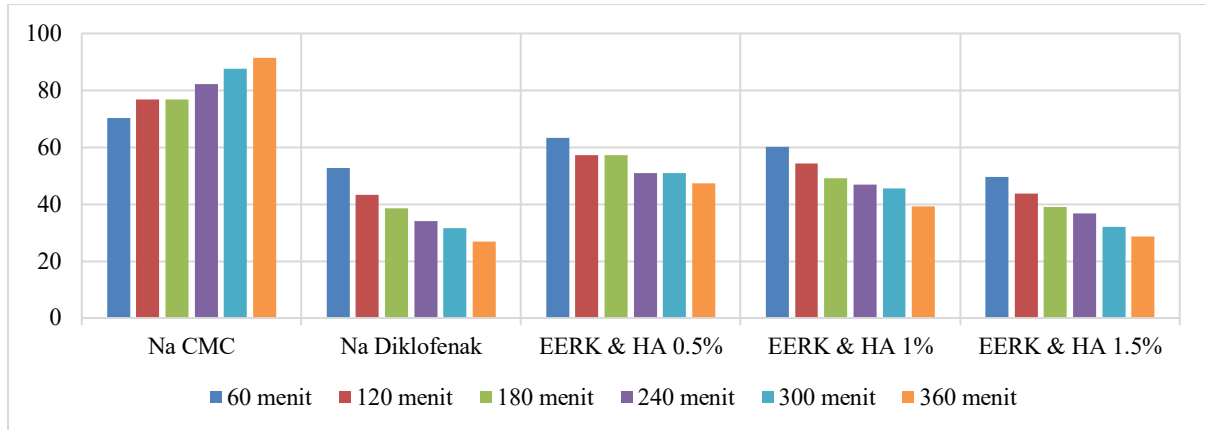
$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat ekstrak}}{\text{berat bahan awal}} \times 100\% = \frac{41}{300} \times 100\% = 13,6\%$$

Nilai rendemen sebesar 13,6% menunjukkan bahwa proses ekstraksi menggunakan pelarut etanol 96% mampu mengekstraksi senyawa aktif dalam jumlah yang cukup baik. Rendemen yang diperoleh dipengaruhi oleh

beberapa faktor, antara lain jenis pelarut, metode ekstraksi, ukuran partikel simplisia, serta kandungan senyawa aktif dalam bahan. Secara umum, rendemen ekstrak kental yang baik memiliki nilai lebih dari 90%, EERK ini dapat dikategorikan memenuhi kriteria yang diharapkan, sehingga ekstrak yang diperoleh layak untuk digunakan dalam pengujian aktivitas antiinflamasi selanjutnya.

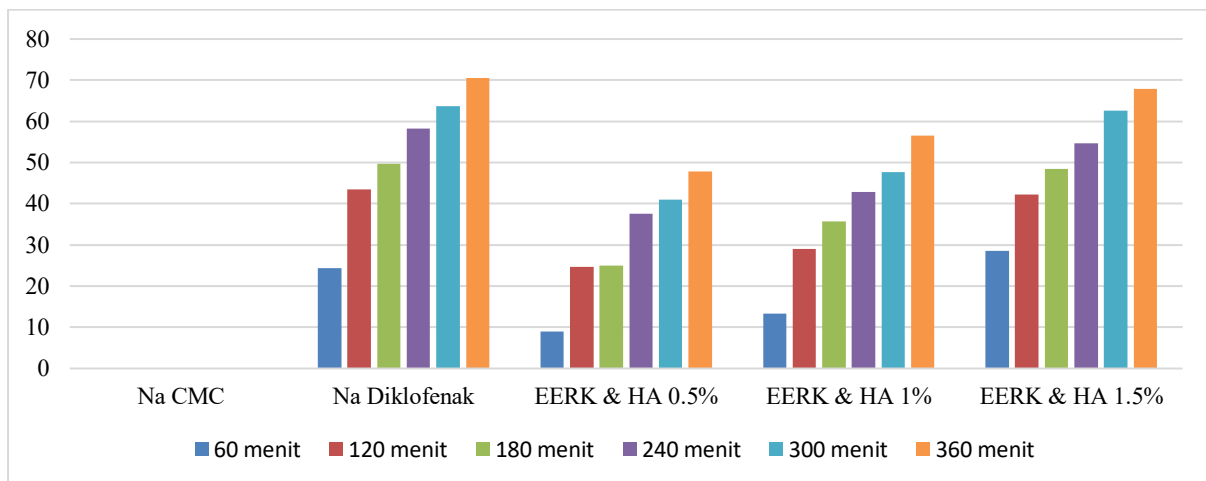
Aktivitas Antiinflamasi

Pengukuran aktivitas antiinflamasi dilakukan dengan mengamati perubahan volume edema pada telapak kaki mencit setelah induksi karagenan 1% menggunakan pletismometer selama 6 jam pengamatan. Data yang diperoleh kemudian dihitung menjadi persen radang dan persen inhibisi radang. Hasil pengukuran persen radang pada masing-masing kelompok perlakuan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Persen Radang Pada Berbagai Perlakuan

Berdasarkan Gambar 1 tersebut, kelompok kontrol negatif yang diberikan Na-CMC 0,5% menunjukkan nilai persen radang yang relatif tinggi selama periode pengamatan. Sebaliknya, kelompok kontrol positif yang diberikan natrium diklofenak menunjukkan penurunan persen radang yang signifikan. Kelompok perlakuan kombinasi EERK dan HA menunjukkan penurunan persen radang yang bervariasi sesuai dengan peningkatan konsentrasi. Konsentrasi 0,5% menunjukkan penurunan yang masih terbatas, sedangkan konsentrasi 1,0% dan 1,5% menunjukkan penurunan yang lebih besar, dengan konsentrasi tertinggi memberikan efek paling optimal. Hasil pengukuran persen inhibisi radang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Persen Inhibisi Radang Mencit pada Berbagai Perlakuan

4. PEMBAHASAN

Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak rimpang kunyit mengandung alkaloid, flavonoid, dan tanin. Keberadaan senyawa-senyawa ini berkaitan erat dengan aktivitas biologis tanaman, terutama sebagai antioksidan dan antiinflamasi. Flavonoid diketahui mampu menghambat jalur inflamasi melalui penekanan mediator proinflamasi, sedangkan tanin dan alkaloid juga berkontribusi dalam modulasi respons inflamasi [8,9].

Nilai rendemen sebesar 13,6% menunjukkan bahwa metode ekstraksi yang digunakan cukup efektif dalam menarik senyawa aktif dari simplisia. Nilai ini telah memenuhi kriteria umum rendemen ekstrak kental yang baik, yaitu di atas 10% [6,31,32].

Pada uji aktivitas antiinflamasi, penggunaan karagenan sebagai penginduksi inflamasi memberikan respons yang konsisten dan sensitif terhadap agen antiinflamasi. Karagenan bekerja dengan memicu pelepasan mediator inflamasi seperti histamin, serotonin, dan prostaglandin, sehingga menghasilkan edema pada jaringan [4,32,33].

Kelompok kontrol negatif menunjukkan peningkatan persentase radang yang tinggi karena tidak diberikan zat aktif yang mampu menghambat inflamasi. Sebaliknya, kelompok kontrol positif yang diberikan natrium diklofenak menunjukkan penurunan radang yang signifikan. Hal ini sesuai dengan mekanisme kerja diklofenak sebagai obat antiinflamasi nonsteroid (NSAID) yang menghambat enzim siklooksigenase (COX) dan menekan sintesis prostaglandin [6,31,32]. Kelompok perlakuan yang diberikan kombinasi EERK dan HA menunjukkan aktivitas antiinflamasi yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi. Pada konsentrasi rendah, efek yang ditimbulkan masih terbatas, namun pada konsentrasi yang lebih tinggi terjadi peningkatan aktivitas yang lebih signifikan [3,4,34]. Konsentrasi tertinggi menunjukkan efektivitas yang mendekati kontrol positif. Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi EERK dan HA memiliki potensi sebagai agen antiinflamasi. Aktivitas ini diduga berasal dari kandungan kurkuminoid dalam kunyit yang memiliki sifat antioksidan dan antiinflamasi, serta kemungkinan peran hidroksiapatit dalam meningkatkan stabilitas atau ketersediaan senyawa aktif [14,19].

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kombinasi ekstrak etanol rimpang kunyit (*Curcuma longa* L.) dan hidroksiapatit menunjukkan aktivitas antiinflamasi yang ditandai dengan penurunan volume edema pada mencit yang diinduksi karagenan 1%. Pemberian kombinasi pada berbagai konsentrasi mampu menghambat proses inflamasi, yang terlihat dari penurunan persen radang dan peningkatan persen inhibisi radang dibandingkan kontrol negatif. Efektivitas antiinflamasi meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi. Konsentrasi tertinggi (0,75% b/v) menunjukkan efek paling optimal dan mendekati aktivitas kontrol positif natrium diklofenak. Dengan demikian, kombinasi ekstrak etanol rimpang kunyit dan hidroksiapatit berpotensi sebagai agen antiinflamasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shi Y, Liang X, Chi L, Chen Y, Liang L, Zhao J, Luo Y, Zhang W, Cai Q, Wu X, Tan Z, Zhang L. Ethanol extracts from twelve *Curcuma* species rhizomes in China: Antimicrobial, antioxidative and anti-inflammatory activities. *South African J Bot* 2021;140:167–72. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.04.003>.
- [2] Machado IC, Facincani I, Aragon DC, da Silva Coppede J, Pereira AMS, Carmona F. *Curcuma longa* L. (turmeric) as adjuvant therapy in childhood idiopathic nephrotic syndrome: A double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial. *Adv Integr Med* 2024. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aimed.2024.10.015>.
- [3] Susanto Y, Solehah FA, Fadya A, Khaerati K. Potensi kombinasi ekstrak rimpang kunyit (*Curcuma longa* L.) dan kapur sirih sebagai anti inflamasi dan penyembuh luka sayat. *J Pharm Sci* 2023;1:33.
- [4] El-Saadony MT, Yang T, Korma SA, Sitohy M, Abd El-Mageed TA, Selim S, Al Jaouni SK, Salem HM, Mahmmoud Y, Soliman SM, Mo'men SAA, Mosa WFA, El-Wafai NA, Abou-Aly HE, Sitohy B, Abd El-Hack ME, El-Tarabily KA, Saad AM. Impacts of turmeric and its principal bioactive curcumin on human health: Pharmaceutical, medicinal, and food applications: A comprehensive review. *Front Nutr* 2023;9:1–34. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1040259>.
- [5] Fajrin FA, Sulistyowaty MI, Ghiffary ML, Zuhra SA, Panggalih WR, Pratoko DK, Christianty FM, Matsunami K, Indrianingsih AW. Immunomodulatory effect from ethanol extract and ethyl acetate fraction

- of Curcuma heyneana Valetton and Zijp: Transient receptor vanilloid protein approach. *Heliyon* 2023;9:e15582. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15582>.
- [6] Degot P, Huber V, Touraud D, Kunz W. Curcumin extracts from *Curcuma Longa* – Improvement of concentration, purity, and stability in food-approved and water-soluble surfactant-free microemulsions. *Food Chem* 2021;339:128140. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128140>.
- [7] Lara-Espinosa J V, Arce-Aceves MF, López-Torres MO, Lozano-Ordaz V, Mata-Espinosa D, Barrios-Payán J, Silva-Islas CA, Maldonado PD, Marquina-Castillo B, Hernández-Pando R. Effect of curcumin in experimental pulmonary tuberculosis: Antimycobacterial activity in the lungs and anti-inflammatory effect in the brain. *Int J Mol Sci* 2022;23:1964. <https://doi.org/10.3390/ijms23041964>.
- [8] Samran S, Dalimunthe GI. The formulation of dry curcuma (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) extract microcapsules by spray wet microencapsulation techniques. *Asian J Pharm Clin Res* 2018;11:226–9. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i3.22608>.
- [9] Zafar A, Lahori D, Namit AF, Paxton Z, Ratna N, Thornton D, Ramana K V. Curcumin in Inflammatory Complications: Therapeutic Applications and Clinical Evidence. *Int J Mol Sci* 2025;26:9366. <https://doi.org/10.3390/ijms26199366>.
- [10] Kaviani M, Ghoflchi S, Disfani SM, Jalili-Nik M, Sadeghi A, Karav S, Kesharwani P, Hosseini H, Sahebkar A. Curcumin as a modulator of IL-18: A promising therapeutic approach for inflammatory diseases. *Food Biosci* 2026;75:108211. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.108211>.
- [11] Talouki PY, Tamimi R, Rudi SG. A comprehensive review of curcumin-based scaffolds in cartilage tissue engineering. *Stem Cell Res Ther* 2025;16:528. <https://doi.org/10.1186/s13287-025-04672-0>.
- [12] Lagoa R, Rajan L, Violante C, Babiaka SB, Marques-da-Silva D, Kapoor B, Reis F, Atanasov AG. Application of curcuminoids in inflammatory, neurodegenerative and aging conditions - Pharmacological potential and bioengineering approaches to improve efficiency. *Biotechnol Adv* 2025;82:108568. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2025.108568>.
- [13] Liang Y-J, Yang I-H, Lin Y-W, Lin J-N, Wu C-C, Chiang C-Y, Lai K-H, Lin F-H. Curcumin-loaded hydrophobic surface-modified hydroxyapatite as an antioxidant for sarcopenia prevention. *Antioxidants* 2021;10:616. <https://doi.org/10.3390/antiox10040616>.
- [14] Kushram P, Majumdar U, Bose S. Hydroxyapatite coated titanium with curcumin and epigallocatechin gallate for orthopedic and dental applications. *Biomater Adv* 2023;155:213667. <https://doi.org/10.1016/j.bioadv.2023.213667>.
- [15] Singh A, Sharma N. Curcumin, an anti-inflammatory drug: a key player in treating depression. *Nat Prod Res* 2026. <https://doi.org/10.1080/14786419.2026.2613762>.
- [16] Shcheglov OD, Kusyak AP, Petranovska AL, Kravchuk DI, Kravchuk RM, Shuba YM, Gorbyk PP. X-ray-sensitive drug delivery model based on citrate-modified Tb-doped hydroxyapatite nanoparticles for photopharmacology and photodynamic therapy. *Hybrid Adv* 2025;11:100530. <https://doi.org/10.1016/j.hybadv.2025.100530>.
- [17] Abdian N, Sheykholeslami SOR, Etminanfar M. Advanced gentamicin-loaded chitosan/hydroxyapatite/mesoporous SiO₂ scaffold: A comprehensive investigation of drug delivery and cellular interactions. *Int J Biol Macromol* 2026;151064. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2026.151064>.
- [18] Ritonga AH, Sisca V, Aritonang B, Meilani D, Putri GE, Siahaan EWB. Integrated PLA/LLDPE nanocomposites with compatibilizer and hydroxyapatite-zinc oxide: Mechanical, physical, thermal, and morphological properties. *South African J Chem Eng* 2025;52:1–7. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2025.01.005>.
- [19] Sebastiammal S, Lesly Fathima AS, Devanesan S, AlSalhi MS, Henry J, Govindarajan M, Vasecharan B. Curcumin-encased hydroxyapatite nanoparticles as novel biomaterials for antimicrobial, antioxidant and anticancer applications: A perspective of nano-based drug delivery. *J Drug Deliv Sci Technol* 2020;57:101752. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.101752>.
- [20] Fatema KN, Li L, Ahmad K, Kim J, Lee D-W. Hydrogel-integrated biomimetic hydroxyapatite scaffolds with tunable porosity for enhanced curcumin delivery. *J Drug Deliv Sci Technol* 2025;114:107572. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2025.107572>.
- [21] Singh L, Jain H, Sharma P, Singh M, Ezebuio V. Functionalized hydroxyapatite nanocomposites for localized drug delivery in bone cancer. *Hybrid Adv* 2026;12:100609. <https://doi.org/10.1016/j.hybadv.2026.100609>.
- [22] Harefa K, Ritonga AH, Aritonang B, Gurusinga R, Wulan S, Irmayani I. The Impact of Butterfly Pea Flower (*Clitoria ternatea* L.) Extract on Atherosclerosis Biomarker Profiles in Obese White Rats (*Rattus norvegicus* L.). *J Biomed Transl Res* 2024;10:7–14. <https://doi.org/10.14710/jbtr.v10i1.20281>.

- [23] Harefa K, Ritonga AH, Safitri R, Aritonang B, Gurusinga R, Irmayani I, Wulan S. Butterfly Pea and Roselle Combination Extracts Reduce V-CAM, ICAM, and IL-6 Levels in High Fat Atherogenic Diet Rats. *Indones Biomed J* 2024;16:527–33. <https://doi.org/10.18585/inabj.v16i6.3361>.
- [24] Harefa K, Ritonga AH, Safitri R, Aritonang B. Anti-inflammatory Activity of *Clitoria ternatea* L. and *Hibiscus sabdariffa* L. Extract Combination in Reducing VCAM-1 Levels in Atherosclerosis. *J Keperawatan Dan Fisioter* 2024;7:128–36. <https://doi.org/10.35451/jkf.v7i1.2300>.
- [25] Harefa K, Aritonang B, Ritonga AH. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Markisa Ungu (*Passiflora Edulis* Sims) Terhadap Bakteri *Propionibacterium Acnes*. *J Multidisiplin Madani* 2022;2:2743–58. <https://doi.org/10.55927/mudima.v2i6.469>.
- [26] Sijabat UA, Ritonga AH, Harahap HY. Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Gedi (*Abelmoschus manihot* L.) Terhadap Mencit Putih Jantan (*Mus musculus*). *Forte J* 2024;4:345–53. <https://doi.org/10.51771/fj.v4i2.913>.
- [27] Barus EJK, Herlina AHR, Herlina H. Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Sikkam (*Bischofia javanica* Blume) dan Precipitated Calcium Carbonate (PCC) terhadap Mencit (*Mus musculus*). *J Dunia Farm* 2024;8:192–207. <https://doi.org/10.33085/jdf.v8i3.6125>.
- [28] Ritonga AH, Santika I, Harahap HY, Aritonang B. Antibacterial Activity of Taro Leaves Extract Combined with ZnO and Organo-ZnO Against *Staphylococcus aureus*. *Forte J* 2025;5:137–46. <https://doi.org/10.51771/fj.v5i1.1197>.
- [29] Harefa K, Sulastri D, Nasrul E, Ilyas S. Analysis of Several Inflammatory Markers Expression in Obese Rats given *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng Ethanol Extract. *Pharmacogn J* 2021;13. <https://doi.org/10.5530/pj.2021.13.24>.
- [30] Harefa K, Sulastri D, Nasrul E, Ilyas S. Atherosclerotic Biomarkers (Interleukin-6 and CD40) and Tunica Intima Thickness in Obese Rats after the Administration of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng Ethanol Extract. *Open Access Maced J Med Sci* 2020;8:852–7. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2020.4349>.
- [31] Lee H-B, Lee YR, Yoo G, Yim S, Son H-K, Kang CG, Jo JH, Lee E, Park H-Y. Curcuma longa rhizome extract activates brown adipocytes and inhibits lipogenesis in high-fat diet-fed mice. *J Funct Foods* 2024;122:106490. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106490>.
- [32] Nowak N, Grzebieniarz W, Juszczak L, Cholewa-Wójcik A, Synkiewicz-Musialska B, Huber V, Touraud D, Kunz W, Jamróz E. Influence of Curcuma Longa extract in citral addition on functional properties of thin films with triple-layer structure based on furcellaran and gelatin. *Int J Biol Macromol* 2024;266:131344. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131344>.
- [33] Pichetpongton P, Ruangdachsuwan S, Churod T, Komaikul J, Masrinoul P, Yusakul G, Kitisripanya T. Curcuma sp. “Khamin Oi” extracts inhibit human coronavirus OC43 replication in HCT-8 colorectal cell line. *Heliyon* 2024;10:e40569. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40569>.
- [34] Sangande F, Agustini K, Budipramana K. Antihyperlipidemic mechanisms of a formula containing Curcuma xanthorrhiza, *Sechium edule*, and *Syzygium polyanthum*: In silico and in vitro studies. *Comput Biol Chem* 2023;105:107907. <https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2023.107907>.