

Comparison of the Immunomodulatory Activity of Red Ginger (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) Extract and Turmeric (*Curcuma longa* L.) on Immune Responses in Experimental Animals: A Literature Review

Perbandingan Aktivitas ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dan Kunyit (*Curcuma longa* L) Terhadap Respon Imun Pada Hewan Uji: Tinjauan Literatur

Gita Novianti Lismawan ^a, Dia Septiani ^a, Biandra Cinta Ramadhani ^a, Arifa Salsabilla Ramadhany ^a

^a Department of Pharmacy, Faculty of Health, University of Singaperbangsa Karawang, Karawang, Jawa Barat, Indonesia

*Corresponding Authors: dia.septiani@fikes.unsika.ac.id

Abstract

The immune system plays a crucial role in protecting the body against various pathogenic agents; therefore, efforts to enhance immune function through natural approaches are essential. This study aims to systematically compare the immunomodulatory effects of red ginger (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) and turmeric (*Curcuma longa* L.) based on a systematic literature review of preclinical experimental studies. Literature was systematically collected from two electronic databases, PubMed and Google Scholar, covering publications from 2010 to 2025, using keywords related to *Zingiber officinale* var. *rubrum*, "red ginger", *Curcuma longa*, "turmeric", "immune", "immunity", "cytokine", "immune response", and "immunomodulatory effect". Of the 260 articles identified, only 10 studies met the inclusion criteria and were analyzed further. Based on reported immunological response patterns, red ginger predominantly influences innate immune parameters measurable during the early phase of immune activation, including increased macrophage phagocytic activity, enhanced production of proinflammatory cytokines (IL-1 β and IFN- γ), and activation of natural killer (NK) cells. In contrast, turmeric demonstrates significant effects on adaptive immune parameters that are generally evaluated over longer intervention periods, mediated by curcumin through inhibition of the NF- κ B signaling pathway, upregulation of anti-inflammatory cytokines (IL-10), and enhancement of regulatory T cell (Treg) function to maintain immunological homeostasis. Both red ginger and turmeric exhibit potential as natural immunomodulatory agents that support immune defense; however, their mechanisms and magnitude of effects differ. Red ginger tends to elicit more rapid immune responses, whereas turmeric exerts more sustained regulatory effects. In conclusion, the utilization of red ginger and turmeric may serve as preventive and therapeutic phytotherapeutic alternatives to enhance immune function. Nevertheless, as the available evidence is largely derived from animal experimental studies, further well-designed pharmacokinetic studies and controlled clinical trials are required to confirm efficacy, safety, and optimal formulations in humans.

Keywords: *Zingiber officinale* var. *rubrum*, *Curcuma Longa*, Cytokine, Immune Response, Immunomodulatory Effect.

Abstrak

Sistem imun berperan penting dalam mempertahankan tubuh terhadap berbagai agen patogen, sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan daya tahan tubuh secara alami. Studi ini bertujuan untuk secara sistematis membandingkan efek imunomodulator dari jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dan kunyit (*Curcuma longa* L.) berdasarkan tinjauan literatur sistematis dari studi eksperimental praklinis. Literatur dikumpulkan secara sistematis dari dua basis data elektronik, PubMed dan Google Scholar, yang mencakup publikasi dari tahun 2010 hingga 2025, menggunakan kata kunci terkait *Zingiber officinale* var. *rubrum*, "red ginger", "*Curcuma longa*", "turmeric", "immune", "immunity", "cytokine", "immune respons; dan *Immunomodulatory effect*. Dari 260 artikel yang ditemukan, hanya 10 penelitian yang memenuhi kriteria inklusi

dan dianalisis lebih lanjut. Berdasarkan pola respons imunologis yang dilaporkan, jahe merah cenderung terutama memengaruhi parameter imun bawaan yang dapat diukur selama fase awal aktivasi imun, melalui peningkatan aktivitas fagositosis makrofag, produksi sitokin proinflamasi (IL-1 β , IFN- γ), serta aktivasi sel NK. Sedangkan kunyit menunjukkan efek signifikan pada parameter imun adaptif yang umumnya dievaluasi selama periode intervensi yang lebih lama. Melalui kandungan kurkumin yang menekan jalur NF- κ B, meningkatkan sitokin antiinflamasi (IL-10), serta memperkuat fungsi sel T regulator (Treg) untuk menjaga keseimbangan imunologis. Keduanya menunjukkan potensi sebagai imunomodulator alami yang mendukung daya tahan tubuh, namun mekanisme dan kekuatan efeknya berbeda: jahe merah lebih cepat dalam merespons infeksi, sedangkan kunyit memberikan efek regulatif yang lebih bertahan lama. Kesimpulannya, pemanfaatan jahe merah dan kunyit dapat menjadi alternatif fitoterapi preventif dan terapeutik untuk meningkatkan imunitas. Namun, karena bukti yang tersedia sebagian besar berasal dari studi hewan percobaan, studi farmakokinetik yang dirancang dengan baik dan uji klinis terkontrol lebih lanjut diperlukan untuk mengkonfirmasi kemanjuran, keamanan, dan formulasi optimal pada manusia.

Kata Kunci: Jahe Merah, Kunyit, Imun, Sitokin, Respons Imun, Efek Imunomodulator.



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Article History:

Received: 30/08/2025,
Revised: 22/11/2025,
Accepted: 22/11/2025,
Available Online: 25/02/2026.

QR access this Article



<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v9i1.1194>

Pendahuluan

Sistem kekebalan tubuh yang kuat berperan penting dalam menjaga kesehatan dan kebugaran. Upaya untuk memelihara serta meningkatkan daya tahan tubuh dapat dilakukan melalui kebiasaan menjaga kebersihan, mengonsumsi makanan bergizi, serta memanfaatkan suplemen dan obat herbal (BPOM, 2020). Sistem imun merupakan mekanisme pertahanan tubuh yang berfungsi melindungi individu dari berbagai agen patogen seperti bakteri, virus, dan parasit. Imunitas yang optimal sangat penting untuk mencegah timbulnya berbagai penyakit infeksi serta menjaga homeostasis tubuh. Imunitas adalah mekanisme tubuh manusia dalam melindungi serangan zat asing dari luar dan dalam tubuh manusia. Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian terhadap upaya meningkatkan daya tahan tubuh secara alami semakin meningkat, terutama melalui pemanfaatan bahan herbal yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar. Salah satu pendekatan yang banyak diteliti adalah penggunaan tanaman obat tradisional yang memiliki kandungan bioaktif dengan efek imunomodulator [1].

Aktivitas sistem imun dapat meningkat atau menurun melalui penggunaan imunomodulator, yaitu senyawa yang berinteraksi dengan sistem kekebalan tubuh untuk merangsang (imunostimulator) atau menekan (imunosupresan) respon imun. Sistem imun akan berfungsi lebih optimal jika tubuh memperoleh asupan makronutrien dan mikronutrien yang cukup dari makanan. Selain imunitas, tubuh juga memerlukan antioksidan untuk melindungi diri dari radikal bebas yang berasal dari proses metabolisme, polusi udara, maupun paparan sinar matahari. Antioksidan bekerja dengan cara menghambat reaksi oksidasi yang dapat merusak sel; sifat oksidatifnya membuat radikal bebas mengoksidasi antioksidan terlebih dahulu sehingga molekul lain terlindung dari kerusakan akibat oksidasi atau oksigen reaktif. Dalam konteks sistem imun, stres oksidatif diketahui berperan dalam disfungsi sel imun dan inflamasi kronis. Oleh karena itu, aktivitas antioksidan dari senyawa herbal menjadi relevan terutama dalam hubungannya dengan modulasi respon imun, bukan sebagai efek perlindungan umum semata [12].

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) adalah rempah yang telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional. Sejak masa lampau, jahe dikenal sebagai bahan herbal dengan sifat astringen yang bermanfaat untuk mengatasi berbagai keluhan, termasuk peradangan sendi dan kekambuhan penyakit [2]. Senyawa bioaktif yang dikandungnya—seperti gingerol, shogaol, dan zingeron—memiliki aktivitas antiinflamasi, antioksidan, serta imunostimulan yang mampu meningkatkan kinerja sel-sel imun. Jahe juga dapat dikonsumsi atau diolah menjadi jamu untuk membantu memperkuat sistem kekebalan tubuh [3].

Di sisi lain, kunyit (*Curcuma longa* L.) mengandung kurkumin, yaitu senyawa aktif yang memiliki sifat antiinflamasi dan antioksidan kuat. Kurkumin juga diketahui dapat memodulasi sistem kekebalan tubuh dengan cara meningkatkan produksi sitokin serta aktivitas sel fagosit. Senyawa ini memberikan berbagai manfaat, terutama sebagai antiinflamasi dengan menghambat sejumlah molekul yang berperan dalam proses peradangan, seperti lipooksigenase, tromboksan, prostaglandin, oksida nitrat, kolagenase, elastase, hialuronidase, MCP-1, COX-2, leukotrien, dan fosfolipase. Sejak munculnya epidemi SARS pada tahun 2003, telah diketahui bahwa reseptor bagi SARS-CoV-2 adalah angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) [4]. Manfaat kunyit sebagai produk kesehatan juga telah lama dikenal masyarakat, dan berbagai produknya dengan aneka merek serta bentuk mulai dari cair, serbuk instan, hingga tablet mudah dijumpai di pasaran [5].

Meskipun jahe merah dan kunyit telah banyak diteliti secara terpisah sebagai agen imunomodulator, hingga saat ini belum banyak penelitian yang secara sistematis membandingkan efektivitas dan mekanisme kerja keduanya dalam satu kerangka analisis yang sama. Perbandingan langsung ini penting untuk memahami perbedaan target imunologis, pola respon imun, serta potensi penerapannya dalam konteks preventif maupun terapeutik. Oleh karena itu, observasi literatur sistematis ini bertujuan untuk membandingkan aktivitas imunomodulator jahe merah dan kunyit berdasarkan bukti eksperimental yang tersedia, serta mengidentifikasi pemetaan penelitian yang masih perlu dikaji lebih lanjut.

Metode

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan desain literatur review dengan pendekatan sistematis untuk membandingkan efektivitas jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dan kunyit (*Curcuma longa* L.) dalam meningkatkan imunitas tubuh. Pencarian literatur dilakukan pada beberapa basis data elektronik, antara lain PubMed dan Google Scholar dengan rentang publikasi tahun 2010 - 2025 dengan kata kunci: “*Zingiber officinale* var. *rubrum*”, “red ginger”, “*Curcuma longa*”, “turmeric”, “immune”, “immunity”, “cytokine”, “immune response”. Untuk memperoleh cakupan literatur yang lebih luas dan representatif terkait aktivitas imunomodulator jahe merah dan kunyit.

Kriteria Inklusi, Eksklusi dan Kerangka PICO

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Artikel terbit 2010-2025	Artikel terbit sebelum 2010
Topik membahas senyawa aktif dan ekstrak jahe merah atau kunyit terhadap respon imun	Topik tidak membahas respon atau sistem imun
Penelitian yang disertakan merupakan penelitian eksperimental in vivo dan/atau in vitro yang mengevaluasi efek imunomodulator ekstrak jahe merah atau kunyit terhadap respon imun.	Artikel review non eksperimental
Tersedia full text	Tidak tersedia full text
Artikel yang disertakan adalah artikel yang ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, serta artikel berbahasa lain yang menyediakan abstrak dalam bahasa Inggris.	

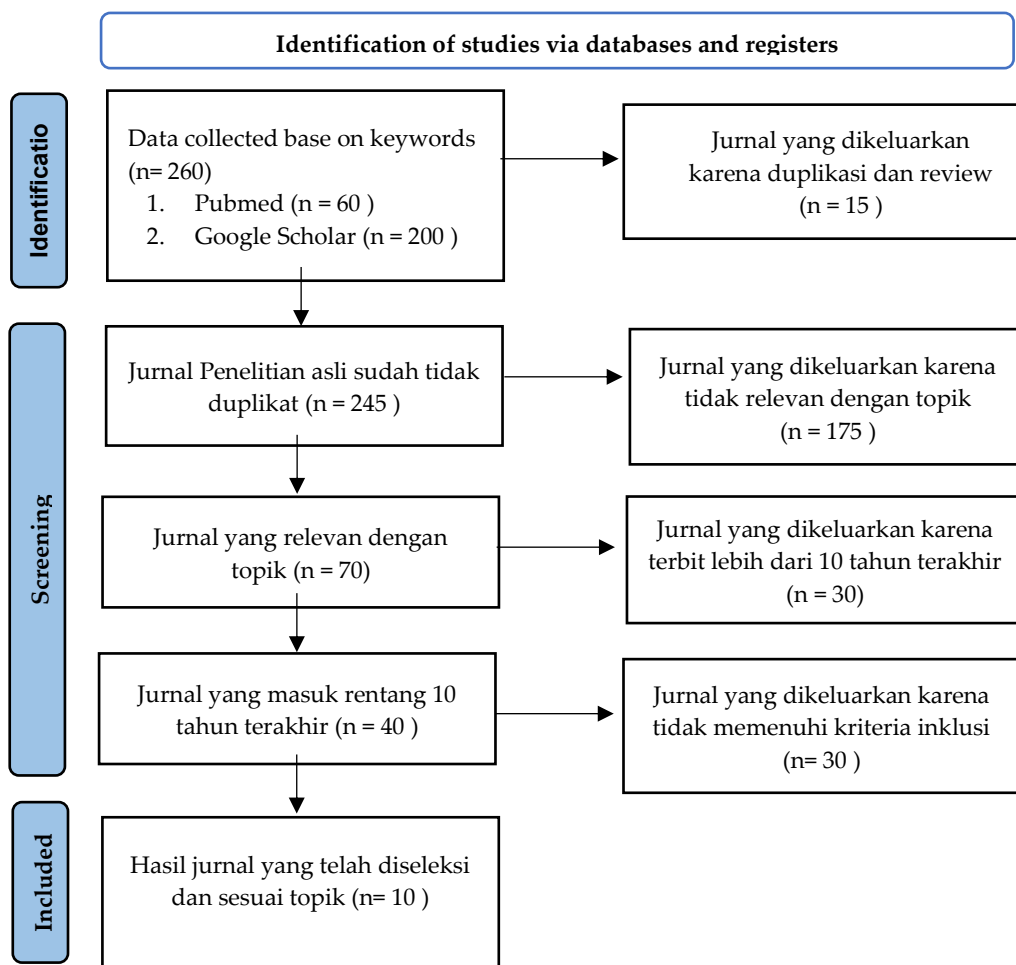
Penilaian kualitas metodologis terhadap studi hewan dilakukan secara deskriptif dengan mengacu pada prinsip SYRCLE’s Risk of Bias tool, yang mencakup aspek randomisasi, kesesuaian kelompok kontrol, konsistensi model hewan uji, serta standarisasi ekstrak yang digunakan. Namun, tidak seluruh artikel melaporkan detail metodologis secara lengkap, sehingga potensi bias pada beberapa studi tetap perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil.

Tahap seleksi dilakukan secara bertahap melalui penyaringan judul dan abstrak, dilanjutkan dengan telaah full-text. Artikel yang memenuhi kriteria dimasukkan ke dalam tabel ekstraksi data yang mencakup

informasi penulis, tahun, desain penelitian, senyawa bioaktif yang terkandung pada jahe dan kunyit dan hasil utama.

PICO

Komponen PICO	Deskripsi
P (<i>Population</i>)	Hewan model percobaan (tikus/mencit) yang digunakan dalam studi imunomodulasi
I (<i>Intervention</i>)	Pemberian ekstrak atau senyawa aktif dari jahe merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>rubrum</i>).
C (<i>Comparison</i>)	Pemberian ekstrak atau senyawa aktif dari kunyit (<i>Curcuma longa</i> L.).
O (<i>Outcome</i>)	Perubahan dalam parameter respon imun (bawaan/adaptif), misalnya aktivitas fagositosis, profil sitokin, populasi sel imun, atau produksi antibodi.



Gambar 1. Diagram alur seleksi artikel berdasarkan pedoman PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) yang menggambarkan tahapan identifikasi, penyaringan (screening), penilaian kelayakan (eligibility), dan inklusi studi yang digunakan dalam kajian literatur ini.

Hasil

Hasil review menunjukkan bahwa jahe merah dan kunyit sama-sama memiliki efek imunostimulan, namun mekanisme dan kekuatan efeknya sedikit berbeda. Jahe merah lebih dominan dalam meningkatkan respons imun bawaan (*innate immunity*), seperti meningkatkan aktivitas fagositosis makrofag, proliferasi sel NK, dan produksi sitokin proinflamasi pada fase awal. Sebaliknya, kunyit lebih efektif dalam mengatur respons imun adaptif dengan meningkatkan rasio sel T-helper (CD4+), menekan inflamasi kronis, dan mengoptimalkan keseimbangan sitokin pro- dan antiinflamasi.

Penelitian mengenai jahe merah dan kunyit menunjukkan potensi besar dalam bidang fitoterapi imunomodulator, baik untuk tujuan preventif maupun terapeutik, terutama dalam mendukung daya tahan tubuh pada kondisi inflamasi atau pascainfeksi. Namun demikian, sebagian besar penelitian yang tersedia

masih berbasis uji in vivo menggunakan hewan coba, sehingga diperlukan kajian lanjutan secara klinis pada manusia untuk menentukan efektivitas biologis, dosis optimal, serta bentuk sediaan yang paling stabil dan bioavailable.

Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Tanaman & Senyawa Aktif	Hewan Uji	Dosis / Perlakuan Ekstrak	Hasil dan Respon Imun / Fisiologis
[2]	Efektivitas Ekstrak Jahe Merah sebagai Imunomodulator	Jahe merah (<i>Z. officinale</i> var. <i>rubrum</i>); gingerol, shogaol, zingeron	Tikus (in vivo) & sel imun (in vitro)	Ekstrak jahe merah 100 mg/kgBB (ekstrak purifikasi)	Ekstrak jahe merah meningkatkan aktivitas sel T, produksi sitokin, meningkatkan jumlah limfosit, meningkatkan kadar IgG, menurunkan MDA, serta meningkatkan aktivitas enzim antioksidan seperti SOD dan GPx. Respon imun nonspesifik meningkat melalui peningkatan kemampuan fagositosis dan regulasi sitokin inflamasi. Secara fisiologis, hewan menunjukkan peningkatan daya tahan tubuh, penurunan stres oksidatif, dan stabilisasi fungsi imun melalui jalur fenolik, gingerol dan shogaol yang memblokir NOX dan xanthine oxidase.
[19]	Dried Ginger Extract Restores Th1/Th2 Balance and Antibody Production in Cyclophosphamide-Induced Immunocompromised Mice after Flu Vaccination	Jahe (<i>Zingiber officinale</i>) 6-, 8,10 gingerol, zingerone	Mencit BALB/c imunokompromis akibat cyclophosphamide, divaksin influenza	500 mg/kg ekstrak jahe kering oral selama 10 hari sebelum vaksinasi	Ekstrak jahe meningkatkan kadar IgG dan IgG1 spesifik flu, menaikkan rasio IFN- γ /IL-4 (Th1 shift), dan menurunkan eosinofil limpa. Hewan lebih aktif dan menunjukkan respon imun adaptif meningkat serta keseimbangan imun lebih baik.
[16]	Aktivitas Imunomodulator dan Kandungan Fenol Ekstrak Terpurifikasi Rimpang Jahe Merah	Jahe merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>rubrum</i>); gingerol, shogaol, zingerone	Mencit jantan Balb/c	Ekstrak etanol 96% dimurnikan n-heksana; uji karbon bersihan	Ekstrak terpurifikasi meningkatkan fagositosis makrofag dan menurunkan TNF- α dan IFN- γ . Fenol total 862.883 mg GAE/g menunjukkan hubungan dengan peningkatan aktivitas imun.
[18]	Activity of Red Ginger Extract (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>rubrum</i>) Against Interleukin-6 (IL-6) Serum Levels in Mice Infected by	Jahe merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>rubrum</i>); gingerol, shogaol	Mencit putih jantan (<i>Mus musculus</i>) model infeksi <i>Staphylococcus aureus</i>	Ekstrak etanol jahe merah 100, 200, 400 mg/kgBB selama 7 hari	Dosis 400 mg/kg menurunkan IL-6 dari 69,2 $\rightarrow$ 35,1 pg/mL ($p < 0,05$); mencit lebih aktif, pembengkakan akibat infeksi berkurang, nafsu makan meningkat; menunjukkan perbaikan respon imun dan kondisi fisiologis.

	Staphylococcus aureus					
[22]	The Effect of Red Ginger Extract on TNF- α and Malondialdehyde Serum Levels	Jahe merah (<i>Z. officinale</i> var. <i>rubrum</i>); gingerol, shogaol	Tikus Wistar jantan terinfeksi <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	20, 40, 80 mg/kgBB/hari selama 7 hari	Dosis 80 mg/kgBB menurunkan kadar TNF- α (17.89 $\rightarrow$ 7.07 pg/mL) dan MDA (11.1 $\rightarrow$ 3.0 nmol/mL); efek antioksidan & antiinflamasi terlihat pada hari ke-7.	
[14]	The Effect of Curcuma longa Rhizome Extract on Blood Cells of Mice: An Animal Trial	Kunyit (<i>Curcuma longa</i>); kurkumin, turmeron	Mencit jantan (<i>Mus musculus</i>)	Ekstrak etanol 200, 400, 600 mg/kgBB oral selama 30 hari	Semua dosis meningkatkan RBC, WBC, Hb, Ht, neutrofil, dan monosit (terutama 400 mg/kg). Hewan tampak lebih aktif, bulu mengilap, nafsu makan meningkat; menunjukkan perbaikan fisiologis dan peningkatan imun hematologis.	
[15]	Curcuma longa L. Extract Increased Immune Responses in RAW 264.7 Cells and Cyclophosphamide-Induced BALB/c Mice	Kunyit (<i>Curcuma longa</i>); kurkumin	Mencit BALB/c imunodefisiensi akibat cyclophosphamide + sel RAW 264.7 (in vitro)	Ekstrak Curcuma longa; pemberian oral (dosis optimal sesuai studi)	Ekstrak kunyit meningkatkan indeks organ limpa dan timus, meningkatkan aktivitas NK dan produksi NO pada makrofag peritoneal. Aktivasi jalur NF- κ B p65 terkontrol; pemulihan sistem imun bawaan dan adaptif pada mencit immunosupresi.	
[17]	Anti-inflammatory and antioxidant effects of turmeric extracts in rat adjuvant arthritis	Kunyit (<i>Curcuma longa</i>), kurkuminoid 95%, CurQfen (35% curcuminoids)	Tikus Wistar jantan	30 mg/kgBB/hari, pemberian oral selama 17 hari	Ekstrak kunyit menurunkan ekspresi sitokin proinflamasi (IL-17, IL-1 β), menekan leukositosis dan ESR, serta meningkatkan kapasitas antioksidan endogen. Hal ini menunjukkan modulasi imun adaptif dan penekanan inflamasi berlebihan.	
[20]	Curcumin Regulates Differentiation of Naïve CD4+ T Cells and Activates IL-10 Immune Modulation against Acute Lung Injury in Mice	Kunyit (<i>Curcuma longa</i>); kurkumin ($\geq 80\%$)	Mencit C57BL/6 model ALI (CL ligation & puncture)	20 mg/mL i.p. (≈ 1 mg/kg) diberikan 2 jam sebelum induksi	Curcumin menurunkan IL-17A, NF- κ B p65, neutrofil & MPO; meningkatkan Treg dan IL-10 di BALF; perbaikan inflamasi terlihat sejak hari ke-1.	
[21]	Anti-Inflammatory, Antioxidant, and Immunomodulatory Effects of Curcumin in Ovalbumin-Sensitized Rat	Kunyit (<i>Curcuma longa</i>); kurkumin (96%)	Tikus Wistar model asma (ovalbumin-sensitized)	0.15, 0.30, 0.60 mg/mL selama sensitisasi	Curcumin menurunkan IL-4, IgE, PLA2 dan MDA; meningkatkan IFN- γ , SOD, CAT, serta rasio IFN- γ /IL-4, menyeimbangkan Th1/Th2 dan menurunkan inflamasi paru.	

Pembahasan

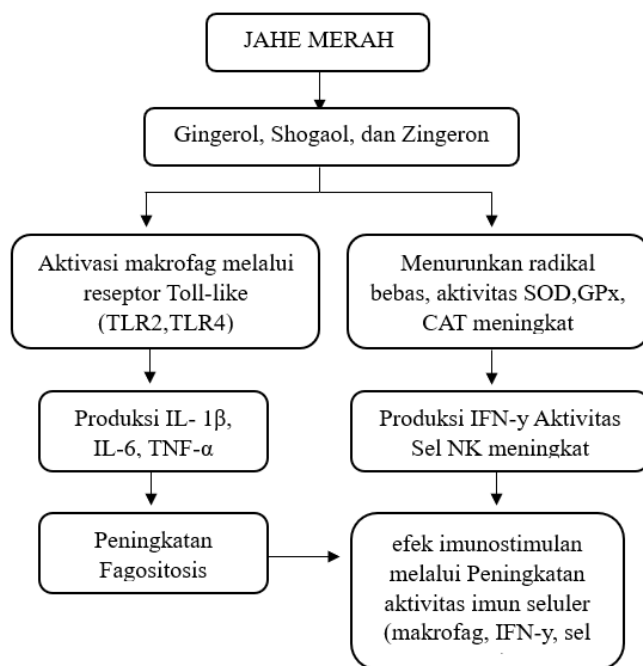
Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) dan kunyit (*Curcuma longa L.*) sama-sama memiliki potensi sebagai imunostimulan, namun keduanya bekerja melalui mekanisme yang berbeda.

Senyawa Bioaktif Jahe Meran dan Kunyit

Jahe merah diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif utama seperti gingerol, shogaol, dan zingeron yang berperan penting dalam aktivasi sistem imun bawaan (*innate immunity*). Senyawa-senyawa tersebut mampu meningkatkan aktivitas fagositosis makrofag serta menstimulasi produksi sitokin proinflamasi seperti IL-1 β dan IFN- γ , yang berkontribusi terhadap peningkatan respons imun protektif. Selain itu, gingerol dan turunannya juga memiliki sifat antioksidan kuat yang membantu menjaga keseimbangan redoks sel dan memperkuat daya tahan tubuh terhadap stres oksidatif. Mekanisme ini menjadikan jahe merah efektif dalam mendukung respons imun awal dan menjaga homeostasis sistem imun melalui aktivitas antiinflamasi ringan [3].

Sebaliknya, kunyit mengandung senyawa polifenol utama berupa kurkumin yang lebih menonjol dalam modulasi sistem imun adaptif. Kurkumin bekerja dengan menekan jalur transkripsi NF- κ B, yang berperan penting dalam inflamasi kronis, sekaligus meningkatkan ekspresi sitokin antiinflamasi seperti IL-10. Efek ini memperkuat regulasi sel T, khususnya melalui peningkatan populasi Treg (*regulatory T cells*) dan penurunan ekspresi Th17, sehingga membantu menjaga keseimbangan imun dan mencegah reaksi peradangan berlebihan. Aktivitas farmakologis kurkumin yang meliputi sifat antiinflamasi, antioksidan, dan antimikroba turut mendukung peranannya sebagai agen imunomodulator yang efektif.

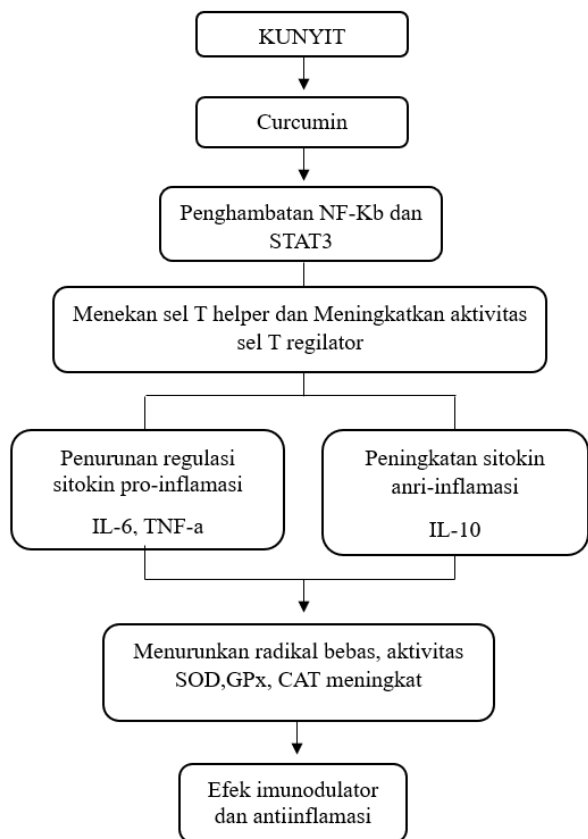
Mekanisme Kerja Senyawa Bioaktif Dari Jahe merah & Kunyit



Gambar 2. Mekanisme kerja Gliserol, Shogaol, Zingeron Dari jahe merah

Senyawa bioaktif pada jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) seperti gingerol, shogaol, dan zingeron berperan penting dalam meningkatkan sistem imun melalui mekanisme antiinflamasi dan antioksidan. Senyawa tersebut mengaktivasi makrofag melalui *reseptor Toll-like* (TLR2 dan TLR4) yang menstimulasi pelepasan sitokin proinflamasi seperti *interleukin-1 β* (IL-1 β), *interleukin-6* (IL-6), dan tumor necrosis factor- α (TNF- α) dalam kadar fisiologis untuk memperkuat aktivitas fagositosis terhadap patogen (Hefni et al., 2023). Aktivasi makrofag ini diikuti oleh peningkatan aktivitas enzim antioksidan superoxide dismutase (SOD), *glutathione peroxidase* (GPx), dan *catalase* (CAT) yang berperan menurunkan kadar radikal bebas serta menjaga keseimbangan redoks seluler (Tari et al., 2022). Selain itu, peningkatan aktivitas fagositik tersebut juga merangsang produksi *interferon gamma* (IFN- γ) dan aktivitas *sel Natural Killer* (NK) yang

berfungsi dalam pertahanan imun bawaan. Selanjutnya, stimulasi IFN- γ dan sel NK memicu aktivasi sel T CD4⁺ dan CD8⁺, yang berperan dalam memperkuat imunitas adaptif. Proses ini secara keseluruhan menghasilkan peningkatan aktivitas imun seluler berupa peningkatan makrofag, IFN- γ , dan sel T, sehingga tubuh memiliki pertahanan imun yang lebih kuat terhadap stres oksidatif dan infeksi [23].



Gambar 3. Mekanisme kerja kurkumin dari Kunyit

Sementara itu, kurkumin yang terkandung dalam kunyit (*Curcuma longa*) berfungsi sebagai senyawa bioaktif dengan kemampuan antiinflamasi serta imunomodulator. Cara kerjanya melibatkan penghambatan jalur transduksi sinyal NF- κ B dan STAT3, sehingga menurunkan produksi sitokin proinflamasi seperti interleukin-6 (IL-6), tumor necrosis factor- α (TNF- α), interleukin-1 β (IL-1 β), dan interleukin-17 (IL-17). Pada saat yang sama, kurkumin meningkatkan sintesis sitokin antiinflamasi seperti interleukin-10 (IL-10). Peningkatan kadar IL-10 membantu mengendalikan respons imun yang berlebihan dan menjaga kestabilan sistem imun tubuh [15].

Selain itu, kurkumin turut mempengaruhi aktivasi sel T efektor (CD4⁺ dan CD8⁺) yang berperan dalam proses pembentukan antibodi, serta meningkatkan jumlah sel T regulator (Treg) yang bertugas menjaga toleransi imun dan mengontrol reaksi peradangan. Kurkumin juga memperkuat aktivitas enzim antioksidan, seperti *superoxide dismutase* (SOD), *glutathione peroxidase* (GPx), dan *catalase* (CAT), yang membantu menetralkan radikal bebas dan melindungi sel-sel imun dari kerusakan akibat stres oksidatif. Secara keseluruhan, kurkumin bekerja dengan cara menekan jalur inflamasi, memperkuat regulasi sistem imun adaptif melalui peningkatan aktivitas sel T dan sitokin antiinflamasi, serta mempertahankan homeostasis sistem imun melalui efek antioksidan dan antiinflamasi yang saling bersinergi [13].

Berdasarkan pola respon imun yang dilaporkan dalam berbagai penelitian, jahe merah cenderung menunjukkan pengaruh yang lebih nyata terhadap parameter imun bawaan, seperti peningkatan aktivitas fagositosis dan sel NK, yang umumnya diukur pada fase awal intervensi. Sebaliknya, kunyit lebih sering menunjukkan efek signifikan pada parameter imun adaptif yang diukur setelah periode pemberian yang lebih panjang. Pernyataan mengenai perbedaan kecepatan dan durasi efek ini merupakan interpretasi dari pola data yang tersedia [6].

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa jahe merah menimbulkan respon imun yang lebih cepat melalui stimulasi sistem imun bawaan, sedangkan kunyit menimbulkan respon imun yang lebih lambat dan berkelanjutan melalui pengaturan sistem imun adaptif serta kontrol inflamasi. Sistem imun bawaan

merupakan garis pertahanan pertama tubuh terhadap mikroorganisme asing dengan memberikan respon cepat dan bersifat non-spesifik, artinya menanggapi semua jenis patogen dengan cara yang sama. Misalnya, ketika bakteri masuk melalui luka kecil, sistem ini segera mengenali dan menghancurkannya hanya dalam beberapa jam. Namun, jika sistem imun bawaan tidak mampu sepenuhnya mengendalikan infeksi, maka sistem imun adaptif akan mengambil alih. Sistem imun adaptif bekerja lebih lambat karena perlu mengenali jenis kuman terlebih dahulu, tetapi memberikan respon yang lebih spesifik dan efektif. Selain itu, sistem ini memiliki kemampuan mengingat patogen yang pernah menginfeksi sebelumnya, sehingga saat paparan berulang, tubuh dapat memberikan respon yang lebih cepat dan kuat. Sistem imun adaptif mungkin membutuhkan beberapa hari untuk merespons saat pertama kali bersentuhan dengan kuman, tetapi pada saat berikutnya tubuh dapat langsung bereaksi. Infeksi kedua biasanya tidak terdeteksi, atau setidaknya lebih ringan [10].

Perbedaan mekanisme imunomodulator antara jahe merah dan kunyit kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan target molekuler serta karakteristik farmakokinetik senyawa bioaktifnya. Senyawa gingerol dan shogaol pada jahe merah cenderung bekerja lebih cepat melalui aktivasi reseptor sistem imun bawaan, seperti Toll-like receptors (TLR), sehingga menghasilkan respons imun awal yang cepat. Sebaliknya, kurkumin pada kunyit memiliki efek regulatif jangka panjang melalui penghambatan jalur NF- κ B dan STAT3, yang berperan dalam pengendalian inflamasi kronis dan modulasi sistem imun adaptif.

Penelitian Firmansyah (2024) menunjukkan bahwa ekstrak jahe merah mampu memperkuat respons imun, baik pada tingkat sel maupun sistemik. Dalam studi tersebut, pemberian ekstrak jahe merah dengan dosis 100 mg/kgBB terbukti meningkatkan aktivitas sel T, menambah jumlah limfosit, serta menaikkan kadar IgG, yang semuanya merupakan penanda penting dari penguatan imunitas adaptif. Selain itu, kadar malondialdehyde (MDA) menurun dan aktivitas enzim antioksidan seperti SOD dan GPx meningkat. Temuan ini menunjukkan bahwa jahe merah tidak hanya bertindak sebagai imunostimulan, tetapi juga sebagai antioksidan yang efektif dalam menjaga homeostasis tubuh melalui pengurangan stres oksidatif. Secara fisiologis, hewan percobaan menunjukkan peningkatan aktivitas, perbaikan kondisi tubuh, dan peningkatan daya tahan sebagai hasil dari modulasi imun tersebut. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menggambarkan bahwa jahe merah bekerja melalui mekanisme pada berbagai tingkatan, mencakup aktivasi jalur fagositosis, pengaturan sitokin, hingga perlindungan terhadap kerusakan oksidatif.

Penelitian Kim et al. (2022) kemudian memperkuat bukti bahwa jahe memiliki potensi besar sebagai imunomodulator, terutama pada kondisi immunocompromised. Dalam model mencit yang dipengaruhi cyclophosphamide dan divaksin influenza, pemberian ekstrak jahe kering dengan dosis 500 mg/kgBB selama sepuluh hari terbukti meningkatkan kadar antibodi IgG spesifik influenza. Tidak hanya itu, peningkatan rasio IFN- γ /IL-4 menunjukkan pergeseran ke arah respons imun Th1, yang sangat penting dalam melawan patogen virus. Perubahan ini menandakan bahwa jahe tidak hanya meningkatkan imun bawaan, tetapi juga meningkatkan respons adaptif melalui peningkatan produksi antibodi protektif. Penurunan eosinofil limpa menunjukkan bahwa jahe memiliki dampak antiinflamasi yang mengurangi inflamasi alergi. Secara fisik, mencit dalam penelitian ini tampak lebih aktif dan menunjukkan tanda-tanda fisiologis yang lebih sehat, mengindikasikan bahwa jahe memberikan efek protektif menyeluruh yang melampaui sekadar peningkatan parameter imun.

Selanjutnya, penelitian Luhurningtyas et al. (2021) menyoroti pentingnya proses pemurnian ekstrak jahe merah dalam meningkatkan potensi imunomodulatornya. Dengan kandungan total fenol yang sangat tinggi, yaitu 862.883 mg GAE/g, ekstrak terpurifikasi tersebut menunjukkan kemampuan meningkatkan aktivitas fagositosis makrofag secara signifikan. Selain meningkatkan aktivitas makrofag sebagai komponen utama imun bawaan, ekstrak juga menurunkan kadar sitokin inflamasi seperti TNF- α dan IFN- γ . Hal ini membuktikan bahwa senyawa fenolik dalam jahe merah berperan besar dalam mengendalikan respon inflamasi melalui modulasi jalur-jalur molekuler tertentu yang menekan inflamasi berlebihan. Jahe merah terpurifikasi menunjukkan kemampuan untuk menyeimbangkan antara peningkatan pertahanan tubuh dan pengendalian inflamasi agar tidak berlangsung secara destruktif.

Penelitian Hefni et al. (2023) melengkapi gambaran mengenai efek jahe merah, khususnya dalam konteks infeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. Pada penelitian ini, pemberian ekstrak jahe merah dengan dosis 100–400 mg/kgBB selama tujuh hari menunjukkan hasil yang sangat signifikan dalam menurunkan kadar IL-6, terutama pada dosis tertinggi 400 mg/kgBB yang mampu menurunkan IL-6 dari 69,2 menjadi 35,1 pg/mL. Penurunan IL-6 yang sangat tajam ini memiliki makna besar dalam konteks inflamasi bakteri akut, karena IL-6 merupakan salah satu sitokin inflamasi utama yang sering meningkat drastis pada infeksi bakteri. Selain itu, hewan uji menunjukkan peningkatan aktivitas, penurunan peradangan lokal, serta peningkatan

nafsu makan, menandakan bahwa ekstrak jahe merah tidak hanya bekerja pada jalur imun molekuler, tetapi juga memberikan dampak fisiologis nyata yang mempercepat proses pemulihan tubuh.

Penelitian berikutnya oleh Tari Febri Sari et al. (2022) kembali menegaskan efek antiinflamasi dan antioksidan dari jahe merah, terutama pada tikus yang terinfeksi *Pseudomonas aeruginosa*. Pada dosis 80 mg/kgBB, ekstrak jahe merah mampu menurunkan kadar TNF- α dari 17.89 menjadi 7.07 pg/mL dan menurunkan kadar MDA dari 11.1 menjadi 3.0 nmol/mL. Penurunan dua indikator inflamasi dan stres oksidatif tersebut memperlihatkan bahwa ekstrak jahe merah bekerja cepat mengurangi inflamasi akut serta memperbaiki kerusakan oksidatif pada jaringan. Hal ini menunjukkan bahwa jahe merah memiliki peran penting dalam manajemen kondisi infeksi dan inflamasi yang membutuhkan respons cepat serta mekanisme perlindungan seluler.

Sementara itu, penelitian mengenai kunyit yang dilakukan Siddique et al. (2024), Zhang et al. (2024), Bradūnaitė et al. (2020), Chai et al. (2020), dan Shakeri et al. (2017) menunjukkan bahwa kunyit bekerja dengan mekanisme yang lebih dominan pada imun adaptif, perbaikan profil darah, dan penekanan inflamasi kronis. Penelitian Bradūnaitė et al. (2020) menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kunyit dalam dosis 30 mg/kgBB/hari memiliki efek imunomodulator yang signifikan pada hewan uji dengan kondisi inflamasi kronis. Penurunan kadar IL-17 dan IL-1 β mengindikasikan terhambatnya aktivasi jalur inflamasi yang berperan sentral dalam proses artritis. Selain itu, penurunan leukositosis serta laju endap darah mencerminkan berkurangnya beban inflamasi sistemik. Peningkatan kapasitas antioksidan melalui aktivasi enzim katalase menunjukkan bahwa ekstrak kunyit juga berperan dalam memperkuat mekanisme pertahanan seluler.

Penelitian Yu-Sen Chai et al. (2020) memperkuat temuan tersebut, di mana kurkumin mampu menurunkan ekspresi IL-17A dan NF- κ B p65 pada model acute lung injury (ALI), sekaligus meningkatkan populasi sel T regulator (Treg) dan kadar sitokin antiinflamasi IL-10 sejak hari pertama perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa kurkumin bekerja efektif dalam menekan inflamasi berlebihan serta menyeimbangkan respon imun adaptif melalui peningkatan toleransi imunologis dan kontrol inflamasi jangka panjang.

Selain itu, penelitian Shakeri et al. (2017) juga menunjukkan bahwa kunyit mampu menurunkan kadar IL-4, IgE, PLA₂, serta MDA pada model asma yang disensitisasi ovalbumin, sambil meningkatkan IFN- γ serta aktivitas enzim antioksidan seperti SOD dan catalase. Hal ini menandakan peran kunyit dalam menormalkan keseimbangan Th1/Th2 serta memperbaiki kondisi inflamasi kronis melalui mekanisme antiinflamasi dan antioksidan yang kuat.

Penelitian Siddique et al. (2024) mendukung efek adaptif kunyit, di mana pemberian ekstrak etanol kunyit dalam dosis 200–600 mg/kgBB selama 30 hari terbukti meningkatkan parameter hematologi seperti WBC, RBC, Hb, dan neutrofil, terutama pada dosis 400 mg/kgBB. Selain itu, peningkatan aktivitas hewan uji juga menunjukkan adanya efek fisiologis positif terhadap sistem imun dan homeostasis tubuh secara umum.

Secara keseluruhan, jahe merah menunjukkan efek lebih cepat dalam merangsang respon imun awal melalui peningkatan fagositosis makrofag, aktivasi sel NK, dan produksi sitokin proinflamasi dalam kadar fisiologis. Sebaliknya, kunyit cenderung memberikan efek lebih stabil dan berkelanjutan pada imun adaptif, melalui modulasi jalur NF- κ B, peningkatan IL-10, penguatan populasi Treg, serta pengurangan inflamasi kronis. Dengan demikian, jahe merah lebih efektif untuk meningkatkan respon imun bawaan yang bekerja cepat, sedangkan kunyit lebih unggul dalam menjaga keseimbangan imunologis jangka panjang dan menekan inflamasi yang persisten. Kedua tanaman herbal ini saling melengkapi dalam mekanisme imunologis yang berbeda, sehingga keduanya berpotensi digunakan sebagai agen fitoterapi baik untuk tujuan preventif maupun terapeutik dalam mendukung sistem imun tubuh.

Keduanya berperan dalam meningkatkan dan menstabilkan daya tahan tubuh baik melalui penguatan fungsi fagositik maupun regulasi sitokin dan sel T. Pemanfaatan jahe merah dan kunyit berpotensi memberikan manfaat preventif dan terapeutik, terutama pada kondisi yang memerlukan penguatan sistem imun seperti masa pemulihan pascainfeksi atau fase rentan terhadap penyakit. Namun demikian, perlu dicatat bahwa sebagian besar penelitian yang dianalisis masih berbasis uji hewan percobaan (*in vivo*), sehingga penerapan pada manusia masih memerlukan pengujian klinis lebih lanjut untuk menentukan efektivitas, dosis, dan bentuk sediaan yang optimal [7].

Secara praktis, jahe merah berpotensi lebih sesuai digunakan pada kondisi infeksi akut atau fase awal penyakit, di mana dibutuhkan aktivasi sistem imun bawaan secara cepat. Sebaliknya, kunyit lebih relevan untuk digunakan pada kondisi inflamasi kronis atau sebagai agen pemeliharaan imun jangka panjang. Kombinasi keduanya juga berpotensi memberikan efek sinergis antara stimulasi imun bawaan dan regulasi

imun adaptif, meskipun hal ini masih memerlukan pembuktian lebih lanjut melalui penelitian eksperimental dan klinis.

Keterbatasan kajian ini adalah sebagian besar penelitian yang dianalisis masih berbasis uji hewan dan belum sepenuhnya melaporkan prosedur randomisasi, blinding, serta standardisasi ekstrak. Hal ini dapat memengaruhi kekuatan bukti yang dihasilkan, sehingga temuan dalam kajian ini perlu dikonfirmasi melalui penelitian lanjutan dengan desain metodologis yang lebih ketat dan uji klinis pada manusia.

Metode Penelitian Eksperimental

Pengujian *in vivo* dilakukan menggunakan hewan coba (mencit Balb/c, C57BL/6, dan tikus Wistar), dengan rentang dosis yang berbeda untuk jahe merah dan kunyit. Pada jahe merah, dosis yang umum digunakan berkisar antara 20–80 mg/kgBB/hari, yang diberikan secara oral selama 7 hari atau lebih, dengan pengamatan dilakukan pada hari ke-7 untuk parameter seperti TNF- α , MDA, dan aktivitas makrofag. Hasil pada jahe merah konsisten menunjukkan peningkatan imunitas bawaan melalui peningkatan fagositosis makrofag, kenaikan IFN- γ , serta perbaikan kondisi fisiologis hewan uji, terutama pada dosis 80 mg/kgBB yang menunjukkan efek antiinflamasi paling kuat [8].

Pada kunyit, rentang dosis bervariasi lebih luas, mulai dari 0.13–0.60 mg/hari pada mencit Balb/c hingga 200–600 mg/kgBB pada mencit jantan dalam penelitian Siddique et al. (2024). Pengujian dilakukan dalam rentang waktu 15–30 hari, dengan parameter yang diamati meliputi aktivitas fagositosis, jumlah sel darah, ekspresi sitokin, keseimbangan Th1/Th2, serta fungsi organ imun seperti limpa dan timus. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa kunyit bekerja melalui jalur adaptif dengan meningkatkan IL-10, Treg, serta menurunkan sitokin proinflamasi seperti IL-17A dan NF- κ B p65, yang relevan untuk mengontrol inflamasi kronis dan memperbaiki homeostasis imun tubuh [9].

Pada pengujian *in vitro* terutama dilakukan pada sel makrofag RAW 264.7 seperti pada penelitian Zhang et al. (2024). Pada model sel ini, ekstrak kunyit terbukti meningkatkan produksi nitric oxide (NO), meningkatkan aktivitas fagositik makrofag, dan menstabilkan jalur NF- κ B p65, yang berperan dalam respon imun bawaan dan inflamasi. Peningkatan NO merupakan indikator aktivasi makrofag yang penting dalam pertahanan tubuh terhadap patogen. Hasil ini menunjukkan bahwa kunyit tidak hanya bekerja pada sistem imun adaptif, tetapi juga mendukung aktivasi imun bawaan melalui mekanisme seluler langsung.

Secara keseluruhan, jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dan kunyit (*Curcuma longa* L.) sama-sama memiliki kemampuan untuk meningkatkan sistem imun, namun tingkat efektivitasnya berbeda. Jahe merah cenderung memberikan efek yang lebih kuat terhadap sistem imun bawaan, dengan cara meningkatkan aktivitas makrofag, sel *natural killer* (NK), serta produksi sitokin yang berperan dalam respons imun awal. Sementara itu, kunyit lebih berperan dalam pengaturan sistem imun adaptif, karena kandungan kurkuminnya mampu menekan proses inflamasi dan meningkatkan kadar imunoglobulin yang penting dalam perlindungan jangka panjang. Dari hasil perbandingan tersebut, dapat disimpulkan bahwa jahe merah lebih efektif dalam merangsang respons imun cepat terhadap infeksi, sedangkan kunyit lebih unggul dalam menjaga kestabilan dan keseimbangan sistem imun secara berkelanjutan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil telaah literatur terhadap sepuluh penelitian yang relevan, dapat disimpulkan bahwa jahe merah dan kunyit sama-sama memiliki potensi sebagai imunomodulator alami yang efektif dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh, namun keduanya bekerja melalui mekanisme imunologis yang berbeda. Jahe merah berperan dominan dalam meningkatkan sistem imun bawaan (innate immunity) dengan cara merangsang aktivitas fagositosis makrofag, meningkatkan produksi sitokin proinflamasi seperti IL-1 β dan IFN- γ , serta mengaktifkan sel NK (*Natural Killer*). Efek ini menjadikan jahe merah lebih efektif untuk respon cepat terhadap infeksi dan menjaga daya tahan tubuh terhadap stres oksidatif. Sebaliknya, kunyit berfungsi lebih kuat dalam mengatur sistem imun adaptif, terutama melalui kandungan kurkuminnya yang menekan jalur NF- κ B dan STAT3, meningkatkan produksi sitokin antiinflamasi IL-10, serta memperkuat populasi sel T-regulator (*Treg*). Hal ini membuat kunyit lebih efektif untuk menjaga keseimbangan imun jangka panjang dan menekan inflamasi kronis. Kedua tanaman ini saling melengkapi jahe merah efektif untuk meningkatkan respon imun awal dan protektif, sementara kunyit berperan dalam pengaturan dan pemeliharaan imun adaptif yang berkelanjutan. Keduanya berpotensi digunakan sebagai fitoterapi preventif dan terapeutik dalam meningkatkan daya tahan tubuh.

Referensi

- [1] Abdullah, S.S.; Jayanti, M.; Jayanto, I.; Antasionasti, I. Pelatihan Produksi Minuman Serbuk Jahe, Kunyit, Temulawak Majelis Ta'lim Irsyaadul Ibaad Dan PKK Bailang Upaya Peningkatan Produktivitas Ekonomi Dan Imunitas. *VIVABIO J. Pengabd. Multidisiplin* **2021**, *3*, 16, doi:10.35799/vivabio.v3i3.36640.
- [2] Firmansyah, M.A.R. Efektifitas Ekstrak Jahe Merah Sebagai Imunomodulator Daya Tahan Tubuh Dan Antioksidan. *Maliki Interdiscip. J.* **2024**, *2*, 351–357.
- [3] Muhdiah, M.; Lestari, S.; Safitri, L.; Cahyani, C.; Febriani, A.; Andini, A.; Berlian, B.; Aji Ramansyah, J.; Johani, J.; Khairul Wafa, M.; et al. Pelatihan Ibu PKK Pada Pembuatan Sediaan Serbuk Herbal Jahe (Zingir Officinale) Dan Kunyit (Curcuma Longa) Sebagai Peningkat Imunitas Tubuh Dan Pencegahan Stunting Di Desa Janggi Kecamatan Karau Kuala. *J. Pengabd. Kpd. Masy. Nusan.* **2024**, *5*, 916–921, doi:10.55338/jpkmn.v5i1.2834.
- [4] Fauzi, T.M. Kajian Curcumin Pada Kunyit Dan Temulawak Dalam Penyembuhan Penyakit Coronavirus Diseases 2019 (Covid-19). *Maj. Ilm. METHODA* **2021**, *11*, 138–144, doi:10.46880/methoda.vol11no2.pp138-144.
- [5] Umroh, N.; Hidayah, N. Meningkatkan Kesadaran Warga Dalam Menjaga Imun Tubuh Dengan Minuman Herbal Di Masa Pandemi 54 Meningkatkan Kesadaran Warga Dalam Menjaga Imun Tubuh Dengan Minuman Herbal Di Masa Pandemi. *NaSRecd* **2021**, *5*, 54–59.
- [6] Ambarwati, N.S.S.; Sukma, N.T.; Yesi Desmiaty, A.A.; Setia Budi, M.A.; Ahmad, I. Peel Extract : Secondary Metabolite Composition , Antioxidant , and Elastase Inhibitory Activity Evaluation. *J. Adv. Pharm. Technol. Res.* **2024**, *15*, 8–12, doi:10.4103/japtr.japtr.
- [7] Marlysa, L. Uji efektivitas kombinasi ekstrak kunyit (Curcuma longa L.) dan jahe (Zingiber officinale Roscoe) terhadap imunoglobulin M dan imunoglobulin G pada hewan uji tikus (Rattus norvegicus). *Jurnal Medika Usada.* **2025**, *8*, 40–46.
- [8] Mochtar, F.; Muhdi, S.; Ardian, H.; Silviana, S.; Jl, A.; Ujung, R.; Kota, N. Efektivitas Curcuma Longa Sebagai Herbal Preventif Dalam Bidang Obstetri-Ginekologi , Pediatri , Dan Patologi Anatomi : Kajian Sistematis Fakultas Kedokteran , Universitas Abdurrahman , Indonesia Global Dalam Beberapa Dekade Terakhir . Salah Satu Tanaman Yan. **2024**.
- [9] Siregar, P.N.B.; Pedha, K.I.T.; Resmianto, K.F.W.; Chandra, N.; Maharani, V.N.; Riswanto, F.D.O. Review: Kandungan Kimia Jahe Merah (Zingiber Officinale Var. Rubrum) Dan Pembuktian In Silico Sebagai Inhibitor SARS-CoV-2. *J. Pharmascience* **2022**, *9*, 185, doi:10.20527/jps.v9i2.13149.
- [10] Darwin, E.; Elvira, D.; Elfi, E.F. Sistem Imun Alamiah Dan Adaptif. *Imunol. dan Infeksi* **2021**, *2*, 102–105.
- [11] PerBPOM RI Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 6 Tahun 2020 Tentang Perubahan Atas Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 9 Tahun 2019 Tentang Pedoman Teknis Cara Distribusi Obat Yang Baik. *Peratur. Badan Pengawas Obat dan Makanan* **2020**, *11*, 1–16.
- [12] Hariadi, H.; Riana, A.; Chaerunnisa, T.A.; Amien, S.; Ikrawan, Y.; Ulfah, T.; Judiono, J.; Anggara, C.E.W.; Wibawa, I.; Widiawati, W.; et al. Penambahan Ekstrak Kunyit (Curcuma Domestica Val) Cair Terhadap Karakteristik Organoleptik Dan Kandungan Antioksidan Krispi Bayam (Crispy Spinach). *Compos. J. Ilmu Pertan.* **2023**, *5*, 105–113, doi:10.37577/composite.v5i2.582.
- [13] HY, Sjamsudin E, Yuza AT, Maulina T. Efektivitas Penggunaan Kurkumin Terhadap Peningkatan Sistem Imun Tubuh. *Ipteks .* **2023**, *12*. doi:10.24198/dharmakarya.vol12i1.34871.
- [14] Khakpour, S.; Mirlohi, S.M.J.; Akhlaghdoust, M.; Koochak, E.; Aref, N.M.; Masoodi, H. Pharmacophore The Effect of Curcuma Longa Rhizome Extract on Blood Cells of Mice: An Animal Trial. *Pharmacophore* **2018**, *8*, 19–23.
- [15] Kim, S.J.; Kim, S.; Jang, S.; Gu, D.H.; Park, J.M.; Ryu, J.A.; Yoon, S.R.; Jung, S.K. Curcuma Longa L. Extract Increased Immune Responses in RAW 264.7 Cells and Cyclophosphamide-Induced BALB/c Mice. *Appl. Biol. Chem.* **2024**, *67*, doi:10.1186/s13765-024-00865-y.
- [16] Luhurningtyas, F.P.; Susilo, J.; Yuswantina, R.; Widhihastuti, E.; Ardiyansah, F.W. Aktivitas Imunomodulator Dan Kandungan Fenol Ekstrak Terpurifikasi Rimpang Jahe Merah (Zingiber Officinale Rosc. Var. Rubrum). *Indones. J. Pharm. Nat. Prod.* **2021**, *4*, 51–59, doi:10.35473/ijpn.v4i1.974.
- [17] Bradūnaitė, R.; Leonavičienė, L.; Akramas, L.; Leonavičiūtė-Klimantavičienė, M.; Vasiliauskas, A.; Dumalakienė, I.; Jonauskienė, I.; Baleišis, J.; Mackiewicz, Z. Anti-Inflammatory and Antioxidant Effects of Turmeric Extracts in Rat Adjuvant Arthritis. *Vet. Arh.* **2020**, *90*, 393–402, doi:10.24099/vet.arhiv.0675.
- [18] Hefni, D.; Herdalina, Y.; Suharti, N. Activity of Red Ginger Extract (Zingiber Officinale Var. Rubrum) Against Interleukin-6. *Int. J. Appl. Pharm.* **2023**, *15*, 21–23, doi:10.22159/ijap.2023.v15s1.04.

- [19] Kim, J.; Lee, H.; You, S. Dried Ginger Extract Restores the T Helper Type 1/T Helper Type 2 Balance and Antibody Production in Cyclophosphamide-Induced Immunocompromised Mice after Flu Vaccination. *Nutrients* **2022**, *14*, 1–10, doi:10.3390/nu14091984.
- [20] Chai, Y. sen; Chen, Y. qing; Lin, S. hui; Xie, K.; Wang, C. jiang; Yang, Y. zheng; Xu, F. Curcumin Regulates the Differentiation of Naïve CD4+T Cells and Activates IL-10 Immune Modulation against Acute Lung Injury in Mice. *Biomed. Pharmacother.* **2020**, *125*, 109946, doi:10.1016/j.biopha.2020.109946.
- [21] Shakeri, F.; Boskabady, M.H. Anti-Inflammatory, Antioxidant, and Immunomodulatory Effects of Curcumin in Ovalbumin-Sensitized Rat. *BioFactors* **2017**, *43*, 567–576, doi:10.1002/biof.1364.
- [22] Sari, T.F.; Trisnadi, S.; Isradji, I. The Effect of Red Ginger Extract on Tnf- α and Malondialdehyde Serum Level. *Int. J. Multidiscip. Res. Anal.* **2022**, *05*, 3335–3339, doi:10.47191/ijmra/v5-i12-06.
- [23] Masniah, M.; Rezi, J.; Faisal, A.P. Isolasi Senyawa Aktif Dan Uji Aktivitas Ekstrak Jahe Merah (Zingiber Officinale) Sebagai Imunomodulator. *J. Ris. Kefarmasian Indones.* **2021**, *3*, 77–91, doi:10.33759/jrki.v3i2.131.