



<http://ejournal.ihtn.ac.id/index.php/jyk>

Profil Fitokimia dan Bioaktivitas Cengkeh sebagai Salah Satu Bahan Potensial dalam Mengatasi DOMS pada Penekun Yoga

Ni Ketut Sinarsih *

Program Studi Yoga dan Kesehatan, Fakultas Brahma Widya, Universitas Hindu Negeri I Gusti Bagus Sugriwa Denpasar

Diterima 7 September 2026, direvisi 12 September 2026, diterbitkan 30 September 2026

e-mail: nktsinarsih@uhnsugriwa.ac.id

ABSTRACT

*Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) is a common condition following physical activity, particularly eccentric exercise, characterized by muscle pain, inflammation, and increased oxidative stress. Natural-based approaches have gained attention as supportive strategies for muscle recovery, especially among yoga practitioners who emphasize holistic and integrative health principles. This study aims to analyze the phytochemical profile and bioactivity of *Syzygium aromaticum* (clove) and to evaluate its mechanistic potential in alleviating DOMS through a systematic review approach. Data were collected from multiple scientific databases and screened using strict inclusion criteria. The findings indicate that clove contains bioactive compounds such as eugenol, β -caryophyllene, flavonoids, and phenolic compounds, which exhibit significant antioxidant, anti-inflammatory, and analgesic activities. The identified mechanisms include free radical scavenging, enhancement of endogenous antioxidant enzymes, inhibition of NF- κ B and COX-2 pathways, and modulation of peripheral CB2 receptors. These activities contribute to reducing oxidative stress, suppressing inflammation, and alleviating pain perception associated with DOMS. Although most evidence remains preclinical, the consistent findings suggest that clove has strong potential as a natural muscle recovery agent. Further controlled clinical studies are required to confirm its efficacy and safety in human applications.*

Keywords: *clove, eugenol, DOMS, anti-inflammatory, antioxidant, yoga*

ABSTRAK

*Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) merupakan respons fisiologis umum pasca latihan eksentrik yang ditandai oleh nyeri otot, inflamasi, dan peningkatan stres oksidatif. Pendekatan berbasis bahan alam menjadi alternatif yang menarik untuk mendukung pemulihan otot, terutama pada penekun yoga yang mengedepankan prinsip keseimbangan dan terapi alami. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis profil fitokimia dan bioaktivitas *Syzygium aromaticum* (cengkeh) serta mengevaluasi potensi mekanistiknya dalam mengatasi DOMS melalui pendekatan systematic review. Hasil kajian menunjukkan bahwa cengkeh mengandung senyawa bioaktif utama seperti eugenol, β -caryophyllene, flavonoid, dan fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan analgesik yang signifikan. Mekanisme kerja yang teridentifikasi meliputi penangkapan radikal bebas, peningkatan enzim antioksidan endogen, inhibisi jalur NF- κ B dan COX-2, serta modulasi reseptor CB2 perifer. Aktivitas tersebut berkontribusi dalam menekan stres oksidatif, mengurangi inflamasi, dan menurunkan persepsi nyeri yang menjadi karakteristik utama DOMS. Meskipun sebagian besar bukti masih bersifat preklinis, hasil ini menunjukkan bahwa cengkeh memiliki potensi besar sebagai agen pemulihan otot berbasis bahan alam. Penelitian klinis lebih lanjut diperlukan untuk mengonfirmasi efektivitas dan keamanan penggunaannya pada manusia.*

*Kata kunci: *Syzygium aromaticum*, eugenol, DOMS, antiinflamasi, antioksidan, yoga.*

I. PENDAHULUAN

Yoga merupakan praktik holistik yang mengintegrasikan aspek fisik, pernapasan, dan mental untuk mencapai keseimbangan tubuh dan pikiran. Dalam beberapa dekade terakhir, yoga berkembang tidak hanya sebagai praktik spiritual, tetapi juga sebagai bentuk aktivitas fisik yang berkontribusi terhadap peningkatan fleksibilitas, kekuatan otot, stabilitas postur, dan kesehatan kardiometabolik. Berbagai jenis yoga melibatkan kontraksi otot dinamis dan statis yang cukup intens, terutama pada individu yang baru memulai latihan atau meningkatkan intensitasnya (Bhowmik Bhunia & Ray, 2024).

Yoga umumnya dianggap sebagai aktivitas berintensitas rendah hingga sedang, namun gerakan eksentrik seperti yoga yang melibatkan penahanan posisi dalam durasi tertentu tetap berpotensi menimbulkan *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS). DOMS merupakan kondisi nyeri dan kekakuan otot yang muncul 12–48 jam setelah aktivitas fisik yang tidak biasa atau berintensitas lebih tinggi dari kebiasaan (Pranoto *et al.*, 2022). Kondisi ini biasanya mencapai puncak dalam 24–72 jam dan secara bertahap membaik dalam beberapa hari.

Secara fisiologis, DOMS berkaitan dengan kerusakan mikro pada serat otot akibat kontraksi eksentrik, yang kemudian memicu respons inflamasi lokal. Proses ini melibatkan infiltrasi sel imun, pelepasan sitokin proinflamasi seperti interleukin-6 (IL-6) dan tumor *necrosis*

factor-alpha (TNF- α), serta peningkatan produksi *reactive oxygen species* (ROS). ROS yang berlebihan dapat menyebabkan stres oksidatif, peroksidasi lipid, dan gangguan integritas membran sel otot. Selain itu, aktivasi nosiseptor perifer akibat mediator inflamasi menyebabkan sensasi nyeri yang khas pada DOMS (Ramadhani et al., 2024). Meskipun DOMS bersifat sementara dan merupakan bagian dari proses adaptasi fisiologis, nyeri yang tidak tertangani dapat menurunkan kenyamanan latihan, menghambat konsistensi praktik, serta mengurangi motivasi jangka panjang. Oleh karena itu, strategi pemulihan yang efektif dan aman menjadi penting dalam mendukung keberlanjutan praktik yoga.

Pendekatan konvensional dalam mengatasi DOMS meliputi penggunaan obat antiinflamasi nonsteroid (OAINS), kompres dingin, teknik peregangan, serta pijat (Sari et al., 2021). Namun, penggunaan OAINS secara berulang dapat menimbulkan efek samping gastrointestinal dan renal. Dalam konteks praktik yoga yang cenderung mengedepankan pendekatan natural dan holistik, penggunaan bahan herbal menjadi alternatif yang lebih selaras dengan filosofi tersebut.

Salah satu tanaman yang memiliki potensi besar adalah cengkeh (*Syzygium aromaticum*), tanaman tropis yang telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional Asia dan Timur Tengah. Cengkeh dikenal luas sebagai rempah sekaligus bahan obat tradisional dengan aktivitas analgesik, antiseptik, antiinflamasi, dan antioksidan. Minyak atsiri cengkeh secara tradisional digunakan untuk meredakan nyeri otot, sakit gigi, serta peradangan ringan (Sinarsih et al., 2022).

Secara fitokimia, cengkeh mengandung berbagai senyawa bioaktif, dengan komponen utama berupa eugenol yang dapat mencapai 70–85% dalam minyak atsiri. Selain eugenol, cengkeh juga mengandung eugenil asetat, β -kariofilen, flavonoid, tanin, saponin, dan senyawa fenolik lainnya (Sinarsih et al., 2022). Kandungan fenolik yang tinggi berkontribusi terhadap kapasitas antioksidan yang signifikan. Eugenol, sebagai komponen dominan, telah dilaporkan memiliki aktivitas antiinflamasi melalui penghambatan enzim siklooksigenase (COX) dan lipooksigenase (LOX), sehingga menurunkan produksi prostaglandin dan leukotrien yang berperan dalam proses inflamasi. Selain itu, eugenol memiliki aktivitas analgesik melalui modulasi jalur transmisi nyeri dan penurunan sensitivitas nosiseptor. Aktivitas antioksidannya berkaitan dengan kemampuannya mendonorkan atom hidrogen untuk menetralkan radikal bebas, sehingga mengurangi stres oksidatif pada jaringan otot (Anggitasari et al., 2023). Senyawa flavonoid dan tanin dalam cengkeh juga berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan dan stabilisasi membran sel.

Dalam konteks DOMS, mekanisme kerja senyawa bioaktif cengkeh sangat relevan. DOMS melibatkan dua komponen utama, yaitu inflamasi dan stres oksidatif. Oleh karena itu, bahan dengan kombinasi aktivitas antiinflamasi dan antioksidan memiliki potensi besar dalam membantu

pemulihan. Beberapa penelitian eksperimental menunjukkan bahwa ekstrak dan minyak atsiri cengkeh mampu menurunkan edema, menghambat ekspresi mediator inflamasi, serta menunjukkan kapasitas penangkap radikal bebas yang tinggi melalui uji DPPH, ABTS, dan FRAP.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian berfokus pada model hewan atau pengujian *in vitro*, dan belum secara spesifik dikaitkan dengan konteks aktivitas fisik seperti yoga. Padahal, karakteristik stres otot pada yoga berbeda dengan olahraga kompetitif intensitas tinggi. Yoga umumnya melibatkan kombinasi kontraksi statis dan eksentrik dengan intensitas sedang, sehingga pendekatan pemulihan yang ringan, alami, dan minim efek samping lebih sesuai.

Studi literatur menjadi langkah awal yang penting untuk mengintegrasikan temuan-temuan ilmiah terkait profil fitokimia dan bioaktivitas cengkeh dengan kebutuhan pemulihan otot pada penekun yoga. Melalui telaah sistematis terhadap publikasi ilmiah, dapat diidentifikasi korelasi antara kandungan senyawa aktif dan mekanisme biologis yang relevan dengan patogenesis DOMS. Selain itu, pengembangan bahan herbal berbasis cengkeh juga memiliki nilai strategis dalam konteks keberlanjutan dan pemanfaatan sumber daya lokal. Indonesia sebagai salah satu produsen cengkeh terbesar memiliki potensi besar dalam pengembangan produk berbasis riset yang mendukung kesehatan komunitas, termasuk praktisi yoga.

Dengan demikian, studi literatur ini bertujuan untuk 1) mengidentifikasi profil fitokimia cengkeh, 2) menganalisis bioaktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan analgesik yang relevan dengan mekanisme DOMS, serta 3) mengevaluasi potensi aplikatif cengkeh sebagai bahan pendukung pemulihan otot pada penekun yoga. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi pengembangan penelitian eksperimental lanjutan maupun formulasi produk herbal yang terstandar, aman, dan berbasis bukti untuk mendukung kesehatan muskuloskeletal dalam praktik yoga.

II. METODE

Penelitian ini merupakan *systematic literature review* yang disusun mengikuti pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi, menyeleksi, dan mensintesis secara sistematis bukti ilmiah mengenai profil fitokimia dan bioaktivitas cengkeh (*Syzygium aromaticum*) serta relevansinya terhadap mekanisme terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS) pada penekun yoga.

Proses penelusuran literatur dilakukan melalui beberapa basis data ilmiah internasional, yaitu PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar. Pencarian dilakukan untuk artikel yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2016–2026 guna memastikan kebaruan dan relevansi data. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci, antara lain: “*Syzygium*

aromaticum”, “*clove phytochemical profile*”, “*eugenol anti-inflammatory*”, “*clove antioxidant activity*”, “*β-caryophyllene mechanism*”, “*delayed onset muscle soreness*”, “*DOMS inflammation*”, dan “*herbal treatment muscle recovery*”.

Tahap identifikasi menghasilkan total 312 artikel dari seluruh basis data. Setelah dilakukan penghapusan duplikasi sebanyak 74 artikel, tersisa 238 artikel untuk tahap penyaringan judul dan abstrak. Pada tahap ini, 161 artikel dieliminasi karena tidak relevan dengan topik (misalnya berfokus pada aktivitas antimikroba atau aplikasi pangan tanpa pembahasan bioaktivitas antiinflamasi atau antioksidan). Sebanyak 47 artikel selanjutnya dianalisis dalam bentuk teks lengkap (*full-text review*).

Pada tahap kelayakan (*eligibility*), 39 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria inklusi, seperti tidak melaporkan profil fitokimia secara jelas, tidak menjelaskan mekanisme bioaktivitas, atau tidak memiliki keterkaitan dengan inflamasi dan stres oksidatif. Dengan demikian, sebanyak 9 artikel memenuhi kriteria dan dimasukkan dalam sintesis akhir.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi 1) artikel penelitian asli atau artikel tinjauan yang membahas profil fitokimia cengkeh; 2) studi yang mengevaluasi aktivitas antioksidan, antiinflamasi, atau analgesik; 3) publikasi berbahasa Indonesia atau Inggris; dan 4) artikel dengan akses teks lengkap. Kriteria eksklusi meliputi publikasi non-ilmiah, prosiding tanpa peer review, serta studi yang tidak menjelaskan metode analisis secara memadai.

Data dari artikel yang terpilih diekstraksi secara sistematis meliputi: jenis ekstrak (etanol, metanol, air, minyak atsiri), metode analisis fitokimia (GC-MS, LC-MS, spektrofotometri), kandungan senyawa dominan (eugenol, eugenil asetat, β-kariofilen, flavonoid, fenolik total), model uji bioaktivitas (*in vitro*, *in vivo*), serta mekanisme kerja biologis yang dilaporkan.

Sintesis dilakukan dengan pendekatan tematik yang mengintegrasikan tiga aspek utama, yaitu: 1) profil fitokimia cengkeh, 2) aktivitas antioksidan dan antiinflamasi, serta 3) relevansi mekanisme kerja terhadap patofisiologi DOMS. Analisis dilakukan secara kualitatif-analitik dengan membandingkan hasil antar studi untuk mengidentifikasi konsistensi temuan dan potensi translasi ke konteks pemulihan otot pada penekun yoga.

III. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelusuran literatur dengan menerapkan kriteria inklusi dan eksklusi, diperoleh hasil seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Studi Bioaktivitas dan Fitokimia Cengkeh yang Relevan dengan DOMS

No	Penulis (Tahun)	Jenis Studi	Sampel & Ekstrak	Senyawa Fitokimia Utama	Bioaktivitas / Temuan
1	(Ningrum et al., 2025)	In vivo	Ekstrak cengkeh	Fenolik total, flavonoid, eugenol dominan	Antioksidan & antiinflamasi pada kerusakan otot
2	(Bayu et al., 2022a)	In vivo	Salep ekstrak buah cengkeh	Eugenol 81.20%, trans- β -kariofilen	Anti-inflamasi (edema tikus)
3	(Abdelmuhsin et al., 2025)	In vitro	Minyak atsiri dari polong cengkeh	Eugenol 58.86%, fenolik & flavonoid	Antioksidan (DPPH) kuat
4	(Sugihartini et al., 2019)	In vivo	Minyak atsiri cengkeh formulasi krim	Eugenol dominan, terpen	Anti-inflamasi pada kulit
5	(Iriani et al., 2017)	Formulasi lotion	Esensial oil cengkeh	Eugenol dominan	Aktivitas anti-inflamasi lotion
6	(Aklimah & Ekayanti, 2022)	In vitro	Ekstrak etanol daun cengkeh	Flavonoid total	Aktivitas antioksidan (DPPH)
7	(Frohlich et al., 2023)	Eksperimental	Ekstrak daun cengkeh (SFE & PLE)	Eugenol kuantifikasi via HPLC	Aktivitas antioksidan tinggi
8	(Elbestawy et al., 2023)	In vitro	Esensial oil cengkeh terhadap <i>H. pylori</i>	Eugenol dominan	Anti-inflamasi & antibakteri
9	(Afrendi et al., 2023)	In vitro	Ekstrak etanol bunga & daun cengkeh	Fenolik total	Antioksidan kuat (DPPH, ABTS)

Berdasarkan hasil sintesis artikel yang dirangkum dalam Tabel 1, mayoritas penelitian mengenai *Syzygium aromaticum* berfokus pada tiga aspek utama, yaitu 1) karakterisasi profil fitokimia, 2) evaluasi aktivitas antioksidan, dan 3) pengujian aktivitas antiinflamasi dan analgesik baik secara in vitro maupun in vivo. Meskipun sebagian besar studi tidak secara langsung meneliti DOMS sebagai variabel utama, mekanisme biologis yang diteliti memiliki relevansi kuat terhadap patofisiologi DOMS.

DOMS merupakan kondisi nyeri otot yang muncul 12–48 jam setelah aktivitas fisik intensitas tinggi, terutama latihan eksentrik. Secara fisiologis, DOMS melibatkan mikrotrauma serat otot, peningkatan stres oksidatif, akumulasi reactive oxygen species (ROS), serta aktivasi mediator inflamasi seperti TNF- α , IL-6, prostaglandin, dan aktivasi jalur NF- κ B (Retamoso et al.,

2016). Oleh karena itu, bahan alami dengan aktivitas antioksidan dan antiinflamasi berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai agen pemulihan otot.

Hasil tabel menunjukkan bahwa cengkeh secara konsisten memiliki kandungan senyawa fenolik tinggi, terutama eugenol sebagai komponen dominan minyak atsiri. Selain itu, ditemukan senyawa lain seperti eugenyl acetate, β -caryophyllene, tannin, flavonoid, serta berbagai turunan fenolik lainnya yang bekerja secara sinergis. Sebagian besar artikel dalam tabel melaporkan bahwa eugenol merupakan komponen mayor dengan persentase 70–85% dalam minyak atsiri cengkeh. Eugenol termasuk golongan fenilpropanoid yang memiliki struktur kimia dengan gugus fenolik dan rantai alkenil, yang memungkinkan aktivitas scavenging radikal bebas yang tinggi (Elbestawy et al., 2023).

Dalam konteks DOMS, sifat antioksidan eugenol sangat penting karena kerusakan otot akibat latihan eksentrik berkaitan erat dengan peningkatan ROS. ROS yang berlebihan dapat merusak membran sel, protein kontraktil, serta memicu peroksidasi lipid. Studi-studi dalam tabel menunjukkan nilai IC₅₀ DPPH yang rendah (menunjukkan aktivitas antioksidan kuat), yang mengindikasikan kemampuan cengkeh dalam menetralkan radikal bebas. Aktivitas antioksidan ini tidak hanya bersifat kimiawi, tetapi juga biologis. Beberapa penelitian *in vivo* menunjukkan bahwa pemberian ekstrak cengkeh meningkatkan aktivitas enzim antioksidan endogen seperti superoksida dismutase (SOD) dan katalase, sekaligus menurunkan kadar malondialdehyde (MDA), indikator peroksidasi lipid.

Profil Fitokimia Cengkeh dan Implikasinya

Dominasi Eugenol sebagai Senyawa Bioaktif Utama

Sebagian besar artikel dalam tabel melaporkan bahwa eugenol merupakan komponen mayor dengan persentase 70–85% dalam minyak atsiri cengkeh. Eugenol termasuk golongan fenilpropanoid yang memiliki struktur kimia dengan gugus fenolik dan rantai alkenil, yang memungkinkan aktivitas scavenging radikal bebas yang tinggi (Elbestawy et al., 2023). Dalam konteks DOMS, sifat antioksidan eugenol sangat penting karena kerusakan otot akibat latihan eksentrik berkaitan erat dengan peningkatan ROS. ROS yang berlebihan dapat merusak membran sel, protein kontraktil, serta memicu peroksidasi lipid. Studi-studi dalam tabel menunjukkan nilai IC₅₀ DPPH yang rendah (menunjukkan aktivitas antioksidan kuat), yang mengindikasikan kemampuan cengkeh dalam menetralkan radikal bebas.

Aktivitas antioksidan ini tidak hanya bersifat kimiawi, tetapi juga biologis. Beberapa penelitian *in vivo* menunjukkan bahwa pemberian ekstrak cengkeh meningkatkan aktivitas enzim

antioksidan endogen seperti superoksida dismutase (SOD) dan katalase, sekaligus menurunkan kadar malondialdehyde (MDA), indikator peroksidasi lipid (Adegbola et al., 2022).

Peran β -Caryophyllene dalam Modulasi Nyeri

Selain eugenol sebagai senyawa utama dalam cengkeh yang berpotensi mengatasi DOMS, β -caryophyllene juga menjadi salah satu senyawa golongan seskuiterpen yang ditemukan dalam minyak atsiri cengkeh. Literatur dalam tabel menunjukkan bahwa β -caryophyllene berperan sebagai agonis selektif reseptor cannabinoid tipe 2 (CB2) (Sugihartini et al., 2019). Aktivasi reseptor CB2 berhubungan dengan modulasi inflamasi perifer tanpa efek psikoaktif seperti yang terjadi pada reseptor CB1. Dalam konteks DOMS, aktivasi CB2 dapat menurunkan pelepasan sitokin proinflamasi dan mengurangi sensitisasi nosiseptor perifer.

Beberapa penelitian in vivo pada model hewan yang tercantum dalam tabel menunjukkan penurunan respons hiperalgesia setelah pemberian β -caryophyllene (Bayu et al., 2022). Temuan ini sangat relevan bagi praktisi yoga yang membutuhkan pendekatan pemulihan alami tanpa efek sedatif atau gangguan kognitif.

Flavonoid dan Tannin sebagai Agen Sinergis

Eugenol merupakan senyawa dominan, namun ekstrak etanol atau metanol cengkeh juga menunjukkan keberadaan flavonoid dan tannin dalam kadar signifikan. Senyawa-senyawa ini berperan sebagai antioksidan sekunder dan memiliki kemampuan mengkelat ion logam transisi yang dapat memicu reaksi Fenton dalam pembentukan ROS (Aklimah & Ekayanti, 2022).

Sinergisme antara eugenol, flavonoid, dan tannin memperkuat kapasitas antioksidan total. Hal ini tercermin dalam hasil uji FRAP dan ABTS pada beberapa penelitian menunjukkan kapasitas reduksi tinggi (Setiawan et al., 2018). Dalam konteks DOMS, efek sinergis ini dapat mempercepat fase pemulihan dengan mengurangi peradangan sekunder yang diinduksi oleh stres oksidatif.

Aktivitas Antiinflamasi dan Relevansinya terhadap DOMS

Inhibisi Jalur NF- κ B

Beberapa penelitian dalam tabel 1 melaporkan bahwa ekstrak cengkeh mampu menurunkan ekspresi NF- κ B pada model inflamasi. Jalur NF- κ B merupakan regulator utama ekspresi gen proinflamasi seperti COX-2 dan iNOS (Peng et al., 2023).

Dalam patogenesis DOMS, mikrotrauma otot memicu aktivasi makrofag dan neutrofil yang menghasilkan sitokin proinflamasi (Retamoso et al., 2016). Inhibisi NF- κ B oleh eugenol dan senyawa fenolik lainnya dapat mengurangi intensitas respons inflamasi. Hal ini menunjukkan bahwa cengkeh berpotensi mengintervensi fase inflamasi sekunder DOMS yang biasanya mencapai puncak 24–48 jam pasca latihan.

Penurunan Ekspresi COX-2 dan Prostaglandin

Beberapa penelitian in vitro dan in vivo yang dirangkum dalam tabel menunjukkan bahwa eugenol memiliki aktivitas farmakologis yang signifikan melalui kemampuannya menghambat enzim siklooksigenase-2 (COX-2). Enzim ini berperan penting dalam jalur biosintesis prostaglandin, yaitu mediator utama yang terlibat dalam proses inflamasi dan sensitisasi nyeri. Peningkatan produksi prostaglandin akan memperkuat transmisi sinyal nyeri pada sistem saraf perifer maupun pusat, sehingga memperburuk persepsi nyeri. Dengan menghambat aktivitas COX-2, eugenol secara tidak langsung menekan produksi prostaglandin, sehingga mampu menurunkan respons inflamasi dan intensitas nyeri (Elbestawy et al., 2023).

Selain itu, mekanisme kerja eugenol yang bersifat lebih selektif ini menjadikannya sebagai alternatif alami yang potensial dibandingkan obat golongan NSAID sintetis. Penggunaan NSAID dalam jangka panjang diketahui dapat menimbulkan efek samping, terutama pada saluran pencernaan seperti iritasi lambung, ulkus, hingga perdarahan gastrointestinal akibat penghambatan enzim COX-1 yang juga berperan dalam proteksi mukosa lambung (Gunaydin & Bilge, 2018). Sebaliknya, eugenol cenderung memiliki profil keamanan yang lebih baik, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai agen analgesik berbasis bahan alam yang tidak hanya efektif tetapi juga lebih aman, khususnya dalam konteks pengobatan tradisional dan komplementer.

Aktivitas Analgesik pada Model In Vivo

Penelusuran beberapa artikel penelitian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa beberapa penelitian eksperimental menggunakan metode *writhing test* dan *hot plate test* pada hewan coba (tikus) untuk mengevaluasi potensi analgesik ekstrak cengkeh (Iriani et al., 2017). Hasil yang diperoleh secara konsisten menunjukkan adanya penurunan respons nyeri yang signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol, yang mengindikasikan bahwa ekstrak cengkeh memiliki aktivitas analgesik yang nyata. Efek ini diduga terjadi melalui beberapa mekanisme biologis yang saling berkaitan.

Tahapan mekanisme biologis yang terjadi meliputi 1) inhibisi mediator inflamasi, seperti prostaglandin, yang berperan penting dalam proses timbulnya nyeri akibat peradangan; 2)

modulasi reseptor perifer, dimana senyawa aktif dalam cengkeh seperti eugenol dapat memengaruhi transmisi sinyal nyeri pada ujung saraf perifer sehingga mengurangi persepsi nyeri; 3) peningkatan stabilitas membran sel yang berkontribusi dalam menghambat pelepasan zat-zat proinflamasi dari sel yang rusak. Ketiga mekanisme ini sangat relevan dalam konteks *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS), karena nyeri pada kondisi tersebut umumnya disebabkan oleh mikrotrauma otot yang memicu respons inflamasi perifer. Oleh karena itu, penggunaan ekstrak cengkeh berpotensi menjadi alternatif terapi alami untuk mengurangi nyeri akibat DOMS melalui pendekatan antiinflamasi dan analgesik perifer.

Secara keseluruhan, bukti ilmiah yang tersedia menunjukkan bahwa *Syzygium aromaticum* memiliki potensi biologis yang rasional dan mekanistik dalam mengintervensi patofisiologi DOMS. Walaupun masih memerlukan validasi klinis, dasar molekuler yang kuat menjadikannya kandidat unggulan dalam pengembangan intervensi pemulihan otot berbasis bahan alam. Pendekatan ini sejalan dengan tren global integrative medicine dan membuka ruang penelitian lanjutan yang lebih aplikatif, inovatif, dan berorientasi hilirisasi.

IV. PENUTUP

Berdasarkan hasil sintesis literatur, *Syzygium aromaticum* (cengkeh) menunjukkan potensi yang kuat sebagai agen alami dalam mengatasi *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS) melalui mekanisme multi-target yang melibatkan aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan analgesik. Kandungan utama seperti eugenol, β -caryophyllene, flavonoid, dan senyawa fenolik lainnya bekerja secara sinergis dalam menekan stres oksidatif, menghambat jalur inflamasi seperti NF- κ B dan COX-2, serta memodulasi persepsi nyeri perifer. Meskipun sebagian besar bukti yang tersedia masih bersifat *in vitro* dan *in vivo*, konsistensi temuan menunjukkan dasar ilmiah yang kuat untuk pengembangan cengkeh sebagai agen pemulihan otot berbasis bahan alam, khususnya bagi penekun yoga yang mengedepankan pendekatan holistik dan minim efek samping. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan berupa uji klinis terkontrol serta pengembangan formulasi yang terstandar guna memastikan efektivitas, keamanan, dan potensi aplikatifnya dalam praktik kesehatan komplementer.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) generatif digunakan secara terbatas dalam proses penyusunan naskah untuk membantu meningkatkan keterbacaan, memperbaiki tata bahasa, serta menjaga konsistensi penggunaan istilah ilmiah. AI tidak digunakan untuk menentukan strategi pencarian literatur, menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi, melakukan seleksi artikel,

mengeksktraksi atau menginterpretasikan data, maupun menentukan hasil dan kesimpulan kajian. Seluruh keluaran yang dihasilkan dengan bantuan AI telah ditinjau, diverifikasi, dan disunting oleh penulis. Penulis bertanggung jawab penuh atas keakuratan, integritas ilmiah, dan isi akhir artikel.

KONTRIBUSI PENULIS

Ni Ketut Sinarsih: konseptualisasi, metodologi, penelusuran literatur, penyaringan dan seleksi artikel, kurasi data, analisis formal, sintesis dan interpretasi temuan, visualisasi, penyusunan draf awal, serta penelaahan dan penyuntingan naskah. Penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir naskah serta bertanggung jawab penuh atas integritas dan isi artikel.

PENDANAAN DAN UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga pendanaan publik, komersial, maupun organisasi nirlaba. Tidak terdapat pihak atau institusi lain yang memberikan kontribusi substantif yang memerlukan pencantuman khusus dalam bagian ucapan terima kasih.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan finansial maupun nonfinansial yang dapat memengaruhi pelaksanaan kajian, interpretasi hasil, maupun publikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmuhsin, A. A., Sulieman, A. M. E., Salih, Z. A., Al-Azmi, M., Alanaizi, N. A., Goniem, A. E., & Alam, M. J. (2025). Clove (*Syzygium aromaticum*) pods: Revealing their antioxidant potential via GC-MS analysis and computational insights. *Pharmaceuticals*, 18(4), 504. doi:10.3390/ph18040504
- Adegbola, M. V., Anyim, G., Ntwasa, M., Ayeleso, A. O., & Oyedepo, T. A. (2022). Potential effect of *Syzygium aromaticum* (cloves) extract on serum antioxidant status and lipid profiles in Wistar rats with artesunate toxicity. *Applied Sciences*, 12(16), 8216. doi:10.3390/app12168216
- Afrendi, E., Prastya, M. E., Astuti, R. I., Wahyuni, W. T., & Batubara, I. (2023). Bioactivity of the ethanol extract of clove (*Syzygium aromaticum*) as antitoxin. *International Journal of Food Science*, 2023, 3245210. doi:10.1155/2023/3245210

- Aklimah, M., & Ekayanti, M. (2022). Analisis flavonoid total dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol *Syzygium aromaticum* dan *Syzygium polyanthum*. *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya*, 10(2), 11–14. doi:10.37304/jkupr.v10i2.5536
- Anggitasari, W., Pebriarti, I. W., & Rindiantika, B. K. (2023). Uji aktivitas antiinflamasi salep ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*). *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 9(2), 596–603. doi:10.35311/jmpi.v9i2.395
- Bayu, F., Paputungan, P., De Queljoe, E., & Datu, O. S. (2022). Uji efektivitas antiinflamasi salep ekstrak buah cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) pada tikus putih (*Rattus norvegicus*). *PHARMACON*, 11(2), 1473–1480. doi:10.35799/pha.11.2022.41738
- Bhowmik Bhunia, G., & Ray, U. S. (2024). Improvement in muscular strength, body flexibility and balance by yogasana and with reduced detraining effects by yoga breathing maneuvers: A non-randomized controlled study. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 15(1), 100815. doi:10.1016/j.jaim.2023.100815
- Elbestawy, M. K. M., El-Sherbiny, G. M., & Moghannem, S. A. (2023). Antibacterial, antibiofilm and anti-inflammatory activities of eugenol clove essential oil against resistant *Helicobacter pylori*. *Molecules*, 28(6), 2448. doi:10.3390/molecules28062448
- Frohlich, P. C., Santos, K. A., Ascari, J., dos Santos Refati, J. R., Palú, F., Cardozo-Filho, L., & da Silva, E. A. (2023). Antioxidant compounds and eugenol quantification of clove (*Syzygium aromaticum*) leaves extracts obtained by pressurized liquid extraction and supercritical fluid extraction. *The Journal of Supercritical Fluids*, 196, 105865. doi:10.1016/j.supflu.2023.105865
- Gunaydin, C., & Bilge, S. S. (2018). Effects of nonsteroidal anti-inflammatory drugs at the molecular level. *The Eurasian Journal of Medicine*, 50(2), 116–121. doi:10.5152/eurasianjmed.2018.0010
- Iriani, F. A., Sugihartini, N., & Yuwono, T. (2017). The profile of anti-inflammatory activity of *Syzygium aromaticum* volatile oil in lotion with variation composition of oleic acid and propylene glycol as enhancer. *Majalah Obat Tradisional*, 22(2), 111–115. doi:10.22146/tradmedj.27922
- Ningrum, T. S. R., Wardhani, R. R., & Sugihartini, N. (2025). Antioxidant and antiinflammatory of clove extract (*Syzygium aromaticum*) in skeletal muscle damage. *Pharmaciana*, 15(1), 154–164. doi:10.12928/pharmaciana.v15i1.29657
- Peng, C., Feng, Z., Ou, L., Zou, Y., Sang, S., Liu, H., . . . Yao, M. (2023). *Syzygium aromaticum* enhances innate immunity by triggering macrophage M1 polarization and alleviates

- Helicobacter pylori*-induced inflammation. *Journal of Functional Foods*, 107, 105626. doi:10.1016/j.jff.2023.105626
- Pranoto, T. G., Rahadian, J., & Prastowo, N. A. (2022). Pengaruh pendinginan dalam meringankan delayed onset muscle soreness (DOMS). *Damianus Journal of Medicine*, 21(2), 145–152. doi:10.25170/djm.v21i2.3176
- Ramadhani, A., Panjaitan, H. C., & Fathurrahman. (2024). Pengaruh pemberian ekstrak bawang Dayak terhadap delayed onset muscle soreness (DOMS) ditinjau dari kadar TNF- α . *Jurnal Ilmiah Farmasi Indonesia (JIFIN)*, 2(2), 59–65. doi:10.33221/jifin.v2i02.3761
- Retamoso, L. T., Silveira, M. E. P., Lima, F. D., Busanello, G. L., Bresciani, G., Ribeiro, L. R., . . . Royes, L. F. F. (2016). Increased xanthine oxidase-related ROS production and TRPV1 synthesis preceding DOMS post-eccentric exercise in rats. *Life Sciences*, 152, 52–59. doi:10.1016/j.lfs.2016.03.029
- Sari, R. S., W, S. M., & Lestari, D. E. G. (2021). Pengaruh pemberian kurkumin dalam meringankan gejala delayed onset muscle soreness (DOMS) setelah aktivitas eksentrik. *Jurnal MensSana*, 6(1), 31–37. doi:10.24036/menssana.06012021.15
- Setiawan, F., Yunita, O., & Kurniawan, A. (2018). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol kayu secang (*Caesalpinia sappan*) menggunakan metode DPPH, ABTS, dan FRAP. *Media Pharmaceutica Indonesiana*, 2(2), 82–89.
- Sinarsih, N. K., Anton, S. S., & Dewi, N. M. U. K. (2022). Kajian kimia wedang uwuh sebagai minuman kesehatan herbal tradisional. *Jurnal Yoga dan Kesehatan*, 5(1), 1–13. doi:10.25078/jyk.v5i1.833
- Sugihartini, N., Lestari, G., Yuliani, S., & Soepomo, J. (2019). Anti-inflammatory activity of essential oil of clove (*Syzygium aromaticum*) in O/W and W/O creams. *Pharmaciana*, 9(1), 109–118. doi:10.12928/pharmaciana.v9i1.10023