

TELAAH FITOKIMIA DAN AKTIVITAS FARMAKOLOGIS SYZYGIUM AROMATICUM ANTARBAGIAN TANAMAN CENGKEH

Maria Olivia Unardi¹, Feliadewi Ruth²

^{1,2}Program Studi Farmasi, Universitas Ma Chung, Villa Puncak Tidar Blok N-1 Malang

***Email korespondensi:** Feliadewi.ruth@machung.ac.id

Received: 27 05 2026 – Revised: 29 07 2026 - Accepted: 04 08 2026 - Published: 05 08 2026

Abstrak. Resistensi antibiotik yang terus meningkat mendorong eksplorasi agen antimikroba alami, salah satunya dari cengkeh (*Syzygium aromaticum*) (Jain et al., 2026). Seluruh bagian tanaman ini, yaitu kuncup bunga, daun, tangkai, polong, dan akar, mengandung eugenol sebagai senyawa dominan bersama β -caryophyllene, flavonoid, dan asam fenolat, dengan aktivitas antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, dan antikanker yang luas (Xue et al., 2022). Polong cengkeh, bagian yang relatif kurang diteliti, menjadi fokus utama kajian ini karena kapasitas antioksidannya yang unggul dibandingkan bagian lain. Analisis GC-MS menunjukkan kandungan eugenol tinggi disertai caryophyllene, humulene, dan eugenil asetat, sementara uji in vitro mengonfirmasi aktivitas antioksidan dan sitotoksik yang kuat pada ekstrak polong (Abdelmuhsin et al., 2025). Ekstrak polong juga menunjukkan kadar flavonoid total dan efek sitotoksik terhadap *Artemia salina* yang menjanjikan untuk pengembangan agen antikanker selektif (Agustina et al., 2023). Studi penambatan molekuler mengonfirmasi interaksi eugenol dengan reseptor quorum sensing bakteri, mengindikasikan mekanisme antivirulensi tanpa memicu tekanan seleksi resistensi (Abdelmuhsin et al., 2025). Selain kuncup dan polong, ekstrak daun serta material sisa distilasi juga kaya senyawa fenolik dengan aktivitas antioksidan dan neuroprotektif melalui inhibisi asetilkolinesterase (Rawa et al., 2022; Trifan et al., 2021). Secara keseluruhan, keragaman fitokimia antarbagian tanaman cengkeh membuka peluang pengembangan agen farmasi multifungsi, meskipun standardisasi dosis dan penerjemahan hasil in vitro ke uji klinis manusia masih menjadi tantangan utama (Ullah & Hassan, 2023).

Kata kunci: *Syzygium aromaticum*; polong cengkeh; eugenol; antioksidan; antibakteri

PENDAHULUAN

Resistensi antimikroba merupakan salah satu ancaman kesehatan global yang mendorong pencarian agen antimikroba baru dari sumber alami, salah satunya rempah-rempah tradisional (Jain et al., 2026). Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan tanaman rempah asli Kepulauan Maluku yang telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional maupun industri pangan dan farmasi (Kumar et al., 2021). Tanaman ini mengandung minyak atsiri dengan eugenol sebagai komponen dominan, yang telah terbukti memiliki spektrum aktivitas biologis luas meliputi antibakteri, antijamur, antiinflamasi, analgesik, antioksidan, dan antikanker (Batiha et al., 2020; Xue et al., 2022). Kajian sistematis terbaru menegaskan bahwa hampir seluruh bagian tanaman cengkeh, mulai dari kuncup bunga, daun, tangkai, kulit kayu, hingga akar, mengandung profil fitokimia yang saling melengkapi dan memberikan kontribusi terhadap aktivitas farmakologis yang beragam (Kahkahi et al., 2025; Uddin et al., 2022).

Sebagian besar penelitian farmakognosi cengkeh masih terpusat pada kuncup bunga (clove bud) sebagai bagian yang paling banyak diperdagangkan, sementara bagian lain seperti polong (buah), tangkai, kulit kayu, dan akar relatif kurang mendapat perhatian riset

meskipun berpotensi menjadi sumber senyawa bioaktif tambahan sekaligus strategi valorisasi limbah pascapanen (Trifan et al., 2021). Artikel ini bertujuan merangkum dan menganalisis secara komprehensif profil fitokimia dan aktivitas farmakologis *Syzygium aromaticum* pada berbagai bagian tanaman, dengan penekanan khusus pada polong cengkeh yang menunjukkan kapasitas antioksidan unggul dibandingkan bagian lain (Abdelmuhsin et al., 2025; Agustina et al., 2023).

RUMUSAN MASALAH

Meskipun literatur mengenai kuncup bunga cengkeh sudah sangat luas, data mengenai bagian tanaman lain seperti polong, tangkai, kulit kayu, dan akar masih tersebar dan belum disintesis secara sistematis (Uddin et al., 2022). Selain itu, sebagian besar bukti aktivitas farmakologis cengkeh masih berasal dari uji *in vitro* dan *in silico*, sehingga penerjemahannya ke uji klinis manusia serta standarisasi dosis masih menjadi tantangan tersendiri (Ullah & Hassan, 2023; Trifan et al., 2021). Permasalahan yang diangkat dalam kajian ini adalah: bagaimana perbandingan profil fitokimia dan aktivitas farmakologis antarbagian tanaman *Syzygium aromaticum*, serta sejauh mana bagian yang kurang diteliti, khususnya polong cengkeh, berpotensi dikembangkan sebagai sumber agen farmasi baru (Kahkahi et al., 2025).

METODE PENELITIAN LITERATUR

Kajian ini disusun menggunakan pendekatan tinjauan pustaka naratif (narrative literature review). Penelusuran literatur dilakukan pada basis data ilmiah seperti MDPI, ScienceDirect, Frontiers, dan Google Scholar dengan kata kunci "*Syzygium aromaticum*", "clove", "phytochemistry", "pharmacological activity", "flower bud", "leaf", "stem", "bark", "root", dan "pod" untuk publikasi rentang tahun 2015-2026. Artikel yang dimasukkan dalam kajian ini adalah artikel primer berupa hasil penelitian eksperimental (*in vitro*, *in silico*, dan *in vivo*) serta artikel tinjauan (review) yang diterbitkan pada jurnal terindeks dan bereputasi. Artikel yang tidak memiliki data bibliografis lengkap (nama jurnal, volume, atau tahun terbit) serta artikel yang membahas spesies *Syzygium* selain *S. aromaticum* tanpa relevansi langsung dikeluarkan dari sintesis. Data yang diperoleh kemudian dikelompokkan berdasarkan bagian tanaman (kuncup bunga, daun, tangkai, polong, kulit kayu, dan akar) dan jenis aktivitas farmakologis, kemudian dibahas secara deskriptif-komparatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelusuran pustaka, terdapat variasi komposisi fitokimia dan aktivitas farmakologis yang cukup signifikan antarbagian tanaman *Syzygium aromaticum*. Eugenol tetap menjadi senyawa penciri utama pada seluruh bagian, namun proporsi dan senyawa pendampingnya berbeda-beda sehingga memengaruhi potensi aplikasinya (Xue et al., 2022; Lone & Jain, 2022).

Kuncup Bunga (Flower Bud)

Kuncup bunga (clove bud) merupakan bagian cengkeh yang paling banyak diteliti. Minyak atsiri kuncup bunga mengandung eugenol dalam proporsi sangat tinggi, berkisar 50-90%, disertai β -caryophyllene dan eugenil asetat yang dapat mencapai sekitar 17% pada beberapa sampel (Lone & Jain, 2022; Ogwuda et al., 2022). Selain komponen volatil, ekstrak metanol, etanol, dan air dari kuncup bunga mengandung beragam senyawa polifenol, termasuk flavonoid turunan kuersetin, asam hidroksibenzoat dan hidroksisinamat, tanin, serta senyawa kromon seperti biflorin dan isobiflorin (LEONARD, 2022; Jain et al., 2026). Analisis fraksinasi lebih lanjut juga menunjukkan keberadaan glikosida dan saponin pada fraksi tertentu (LEONARD, 2022).

Secara farmakologis, minyak atsiri kuncup bunga menunjukkan aktivitas antimikroba spektrum luas terhadap bakteri dan jamur, dengan eugenol sebagai kontributor utama (Batiha et al., 2020; Boughroud et al., 2024). Efek antiinflamasi, analgesik (termasuk anestesi lokal untuk sakit gigi), antioksidan, dan antikanker turut dilaporkan pada berbagai model uji (Batiha et al., 2020; Trifan et al., 2021; Xue et al., 2022). Kajian toksisitas menunjukkan bahwa senyawa bioaktif kuncup bunga juga memiliki efek antikolinesterase dan larvasida terhadap ektoparasit seperti *Hyalomma scupense* (Alimi et al., 2023). Dalam bidang pangan, minyak atsiri kuncup bunga digunakan sebagai pengawet dan penambah cita rasa alami; penelitian melaporkan perpanjangan umur simpan produk bakeri selama 2-4 hari pada kemasan normal, dengan performa yang lebih baik lagi setelah dilakukan enkapsulasi (Kumar et al., 2021; Trifan et al., 2021).

Daun (Leaf)

Daun cengkeh mengandung eugenol sebagai komponen volatil dominan, disertai β -caryophyllene, meski komposisi minor minyak atsirinya dapat berbeda dari kuncup bunga (Ullah & Hassan, 2023; Xue et al., 2022). Ekstrak non-volatil daun (etanol/metanol) kaya akan flavonoid seperti kaempferol dan turunan kuersetin serta asam hidroksisinamat/hidroksibenzoat yang berkontribusi terhadap kapasitas antioksidan dan aktivitas penghambatan enzim (Alimi et al., 2023; Ullah & Hassan, 2023). Secara farmakologis, ekstrak dan minyak atsiri daun menunjukkan aktivitas antibakteri serta antijamur terhadap dermatofita, dengan eugenol sebagai kontributor utama, di samping efek antiinflamasi dan antioksidan (Alimi et al., 2023; Ullah & Hassan, 2023). Pada aras molekuler yang lebih luas, senyawa golongan *Syzygium* dilaporkan berperan dalam modulasi neuroprotektif melalui inhibisi asetilkolinesterase yang relevan bagi pencegahan penyakit Alzheimer (Rawa et al., 2022). Dalam aplikasi industri, minyak atsiri daun dimanfaatkan sebagai bahan pewangi dan antioksidan alami pada formulasi kosmetik serta bahan kemasan aktif untuk memperpanjang umur simpan produk pangan (Trifan et al., 2021; Ullah & Hassan, 2023).

Tangkai / Gagang Cengkeh (Stem)

Tangkai atau gagang cengkeh (clove stem) memiliki komposisi minyak atsiri yang mirip dengan kuncup bunga, namun dengan kandungan eugenol bebas yang pada beberapa sampel justru lebih tinggi, sementara kadar eugenil asetatnya jauh lebih rendah dan hanya terdapat dalam jumlah jejak (Lone & Jain, 2022; Ullah & Hassan, 2023). Ekstrak metanol/etil asetat tangkai mengandung tanin, flavonoid, saponin, dan glikosida, menunjukkan profil polifenol dan terpenoid yang cukup luas (LEONARD, 2022; Lone & Jain, 2022). Secara aktivitas, minyak atsiri tangkai menunjukkan aktivitas antibakteri kuat,

termasuk terhadap spesies *Listeria*, serta aktivitas antijamur yang sejalan dengan profil minyak kuncup bunga (Uddin et al., 2022; Ullah & Hassan, 2023). Tangkai cengkeh juga dilaporkan memiliki aktivitas larvasida dan sebagai penolak nyamuk alami, sejalan dengan potensi pemanfaatan minyak atsiri cengkeh secara umum sebagai insektisida nabati (Sarker & Islam, 2021; Filho et al., 2025).

Kulit Kayu dan Akar (Bark and Root)

Kulit kayu (bark) cengkeh relatif jarang diteliti dibandingkan bagian lain, namun beberapa laporan menunjukkan komposisi minyak atsiri yang menyerupai kuncup bunga dengan proporsi eugenil asetat yang bervariasi, disertai flavonoid dan tanin (Trifan et al., 2021; Uddin et al., 2022). Potensi aktivitas antikolinesterase dan neuroprotektif pada bagian ini diperkirakan turut berkontribusi terhadap efek farmakologis *Syzygium* secara keseluruhan, meskipun studi spesifik pada kulit kayu *S. aromaticum* masih terbatas (Rawa et al., 2022; Uddin et al., 2022). Kulit kayu berpotensi dikembangkan sebagai sumber bahan pengawet alami dan komponen pewangi berbasis valorisasi produk sisa distilasi (Trifan et al., 2021).

Akar cengkeh mengandung minyak atsiri dengan kadar eugenol yang tinggi serta senyawa flavonoid, dan secara tradisional dimanfaatkan untuk efek ansiolitik (peredaan kecemasan), antidepresan, dan sebagai penolak nyamuk (Sarker & Islam, 2021). Meskipun data farmakologis akar *S. aromaticum* masih terbatas dibandingkan bagian lain, pola aktivitas ini konsisten dengan aktivitas neuroaktif yang dilaporkan pada genus *Syzygium* secara lebih luas (Uddin et al., 2022; Rawa et al., 2022).

Polong Cengkeh (Clove Pod/Fruit): Analisis Utama

Polong atau buah cengkeh (clove pod) menjadi fokus utama kajian ini karena menunjukkan kapasitas antioksidan yang superior dibandingkan seluruh bagian tanaman lainnya (Agustina et al., 2023). Analisis GC-MS terhadap ekstrak polong mengonfirmasi eugenol sebagai komponen dominan dengan kadar berkisar 58,86-80,95%, disertai β -caryophyllene, humulene, eugenil asetat, serta senyawa minor seperti asam oleat, timol, linalool, dan α -terpineol (Abdelmuhsin et al., 2025). Kandungan flavonoid total pada ekstrak polong tergolong tinggi dan sangat dipengaruhi oleh jenis pelarut ekstraksi, dengan pelarut etanol secara umum memberikan rendemen flavonoid yang lebih unggul dibandingkan metanol maupun aseton untuk aplikasi farmasi (Agustina et al., 2023).

Secara farmakologis, ekstrak polong menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat pada uji DPPH dan ABTS (Abdelmuhsin et al., 2025), serta efek sitotoksik yang signifikan pada uji Brine Shrimp Lethality Test terhadap *Artemia salina*, menjadikannya kandidat awal yang menjanjikan untuk pengembangan agen antikanker selektif (Agustina et al., 2023). Studi *in silico* melalui penambatan molekuler (molecular docking) menunjukkan interaksi hidrofobik yang kuat antara eugenol dalam ekstrak polong dengan enzim bakteri seperti DNA gyrase dan dihydrofolate reductase, serta dengan reseptor Quorum Sensing (LasR) yang berperan dalam regulasi virulensi bakteri (Abdelmuhsin et al., 2025). Interaksi ini mengindikasikan mekanisme kerja eugenol dalam mengganggu komunikasi antibakteri tanpa memicu tekanan seleksi yang biasanya mendorong resistensi antibiotik (Abdelmuhsin et al., 2025; Jain et al., 2026). Docking yang sama juga menunjukkan afinitas eugenol terhadap asetilkolinesterase larva serangga, memperkuat potensi polong sebagai sumber senyawa larvasida (Abdelmuhsin et al., 2025).

Aktivitas Farmakologis Lintas Bagian dan Aplikasi Industri

Secara umum, aktivitas antibakteri merupakan aktivitas farmakologis yang paling konsisten dilaporkan pada hampir seluruh bagian tanaman cengkeh. Minyak atsiri cengkeh dan komponen eugenolnya terbukti efektif menghambat pembentukan biofilm *Staphylococcus aureus* pada kasus mastitis sapi perah (Budri et al., 2015), serta menunjukkan efek imunomodulator pada neutrofil manusia melalui ekstrak air, etanol, dan minyak atsirinya (El Faqer et al., 2022). Efek antistafilokokus dan sifat biokompatibel ekstrak cengkeh turut dikonfirmasi melalui profiling kimia komprehensif (Boughroud et al., 2024). Perbandingan tiga minyak atsiri asal Maroko, termasuk *Syzygium aromaticum*, juga menegaskan aktivitas antimikroba dan antioksidan yang kompetitif dibandingkan *Organum compactum* dan *Salvia officinalis* (Loukili et al., 2023).

Pada aspek aplikasi farmasi dan pangan, formulasi nanoemulsi minyak atsiri cengkeh dilaporkan meningkatkan stabilitas, bioavailabilitas, serta efikasi antimikroba dibandingkan minyak atsiri bebas (Pandey et al., 2024). Kombinasi minyak atsiri daun dan kuncup bunga dalam bentuk nanoformulasi juga terbukti meningkatkan aktivitas antibakteri, antijamur, dan antiaflatoksigenik secara sinergis (Raghuvanshi et al., 2026). Nilai tambah ini sejalan dengan potensi valorisasi material sisa distilasi (spent material) cengkeh sebagai sumber senyawa fenolik dan penghambat enzim untuk pengembangan produk kosmetik dan nutraseutikal berkelanjutan (Trifan et al., 2021).

Tantangan Standardisasi dan Translasi Klinis

Meskipun bukti *in vitro* dan *in silico* mengenai aktivitas farmakologis *Syzygium aromaticum* sangat luas, penerjemahan temuan tersebut ke uji klinis manusia masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk variabilitas komposisi fitokimia akibat perbedaan kultivar, asal geografis, tahap panen, dan metode distilasi (Kahkahi et al., 2025; Trifan et al., 2021). Standardisasi dosis efektif dan keamanan jangka panjang, khususnya untuk ekstrak bagian tanaman yang belum banyak diteliti seperti polong, tangkai, kulit kayu, dan akar, menjadi prasyarat penting sebelum pengembangan produk farmasi berbasis cengkeh dapat diperluas ke tahap klinis (Ullah & Hassan, 2023; Jain et al., 2026).

Tabel 1. Tabel 1. Perbandingan profil fitokimia dan aktivitas farmakologis antarbagian tanaman *Syzygium aromaticum*

Bagian Tanaman	Senyawa Utama	Aktivitas Farmakologis Utama	Referensi Kunci
Kuncup bunga	Eugenol (50-90%), eugenil asetat, flavonoid, kromon	Antibakteri, antiinflamasi, analgesik, antikanker	Batiha et al. (2020); LEONARD (2022)
Daun	Eugenol, β -caryophyllene, kaempferol, kuersetin	Antibakteri, antijamur, antioksidan, neuroprotektif	Alimi et al. (2023); Rawa et al. (2022)
Tangkai	Eugenol bebas tinggi, tanin, saponin, glikosida	Antibakteri, larvasida, penolak nyamuk	Lone & Jain (2022); Sarker & Islam (2021)
Kulit kayu	Eugenol, flavonoid, tanin	Antikolinesterase (diperkirakan), pengawet alami	Trifan et al. (2021)
Akar	Eugenol tinggi, flavonoid	Ansiolitik, antidepresan,	Sarker & Islam

	penolak nyamuk	(2021)
Polong (buah)	Eugenol (58,86-80,95%), caryophyllene, flavonoid total tinggi	Antioksidan kuat, sitotoksik, antibakteri (docking) Abdelmuhsin et al. (2025); Agustina et al. (2023)

Tabel 1 merangkum bahwa meskipun eugenol menjadi senyawa penciri utama pada seluruh bagian tanaman, variasi senyawa pendamping dan proporsinya menghasilkan spektrum aktivitas farmakologis yang saling melengkapi, dengan polong cengkeh menonjol pada aktivitas antioksidan dan sitotoksik (Abdelmuhsin et al., 2025; Agustina et al., 2023).

KESIMPULAN

Kajian ini menunjukkan bahwa seluruh bagian tanaman *Syzygium aromaticum*, mulai dari kuncup bunga, daun, tangkai, kulit kayu, akar, hingga polong, memiliki profil fitokimia yang didominasi eugenol namun dengan komposisi pendamping dan proporsi yang berbeda-beda, sehingga menghasilkan spektrum aktivitas farmakologis yang saling melengkapi (Xue et al., 2022; Jain et al., 2026). Polong cengkeh, sebagai bagian yang relatif kurang diteliti, menunjukkan kapasitas antioksidan dan sitotoksitas yang unggul serta interaksi molekuler yang kuat terhadap target antibakteri, menjadikannya kandidat prioritas untuk penelitian lanjutan (Abdelmuhsin et al., 2025; Agustina et al., 2023). Pengembangan lebih lanjut memerlukan standardisasi ekstraksi, uji keamanan, dan uji klinis untuk menerjemahkan potensi in vitro tersebut menjadi produk farmasi maupun pangan fungsional yang aplikatif (Ullah & Hassan, 2023).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penelusuran dan penyusunan 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. <https://doi.org/10.3390/ph18040504>
- Agustina, Y., Sugiyanto, & Andika, V. K. (2023). Uji antioksidan dan toksisitas ekstrak polong cengkeh (*Syzygium aromaticum*) serta penentuan nilai IC50 dan LC50. *Jurnal Farmasi Ma Chung: Sains, Teknologi, dan Klinis Komunitas*, 1(2), 1–7. [https://doi.org/10.33479/jfmc.v1i\(2\).14](https://doi.org/10.33479/jfmc.v1i(2).14)
- Alimi, D., Hajri, A., Jallouli, S., & Sebaï, H. (2023). Toxicity, repellency, and anti-cholinesterase activities of bioactive molecules from clove buds *Syzygium aromaticum* L. *Heliyon*, 9(8), e18899. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18899>

- Batiha, G. E., Alkazmi, L., Wasef, L., Beshbishy, A. M., Nadwa, E. H., & Rashwan, E. K. (2020). *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae): Traditional uses, bioactive chemical constituents, pharmacological and toxicological activities. *Biomolecules*, 10(2), 202. <https://doi.org/10.3390/biom10020202>
- Boughroud, H., Chgari, O., Wahnou, H., Elamrani, A., Faqer, O. E., Amarir, F., Mtairag, E. M., Rais, S., & Bourjilat, F. (2024). Assessing *Syzygium aromaticum*: From chemical profiling to antioxidant, antistaphylococcal, and biocompatibility attributes. *Chemistry & Biodiversity*, 22(4). <https://doi.org/10.1002/cbdv.202402605>
- Budri, P. E., Silva, N. C. C., Bonsaglia, E. C. R., Fernandes, A., Araújo, J. P., Doyama, J. T., Gonçalves, J. L., Santos, M. V., Fitzgerald-Hughes, D., & Rall, V. L. M. (2015). Effect of essential oils of *Syzygium aromaticum* and *Cinnamomum zeylanicum* and their major components on biofilm production in *Staphylococcus aureus* strains isolated from milk of cows with mastitis. *Journal of Dairy Science*, 98(9), 5899–5904. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9442>
- El Faqer, O., Bendiar, S., Rais, S., Elkoraichi, I., Dakir, M., Elouaddari, A., Amrani, A. E., Oudghiri, M., & Mtairag, E. M. (2022). Phytochemical characterization and immunomodulatory effects of aqueous, ethanolic extracts and essential oil of *Syzygium aromaticum* L. on human neutrophils. *Scientific African*, 18, e01395. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01395>
- Filho, A. M., De Oliveira, A. A., Milfont, C. G. B., Campos, N. B., Da Silva, C. S., Costa, A. R., Da Silva, V. B., Da Cruz, R. P., Dos Santos, J. F. S., Morais-Braga, M. F. B., Rodrigues, F. F. G., Paise, G., Da Costa Silva, J. T., Menezes, S. A., De Sá, M. F. C. P., Coutinho, H. D. M., & Almeida-Bezerra, J. W. (2025). Application of essential oils with potential larvicides in the control of mosquito vectors of the genus *Culex* sp.: Review. *Journal of Natural Pesticide Research*, 11, 100108. <https://doi.org/10.1016/j.napere.2024.100108>
- Jain, A., Jangid, T., Bhardwaj, G. S., & Jangir, R. N. (2026). *Syzygium aromaticum*: A systematic review of its phytochemistry and pharmacological applications. *Letters in Functional Foods*, 3. <https://doi.org/10.2174/0126669390425078260205113815>
- Kahkahi, R. E., Moustaine, M., & Zouhair, R. (2025). *Syzygium aromaticum*: A comprehensive review of its phytochemical composition and pharmacological properties. *Journal of Biochemistry International*, 12(1), 146–158. <https://doi.org/10.56557/job/2025/v12i19344>
- Kumar, V., Mishra, D., Joshi, M. C., Mishra, P., & Tanwar, M. (2021). *Syzygium aromaticum*: Medicinal properties and phytochemical screening. In *Herbs and Spices—New Processing Technologies*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.99199>
- LEONARD, A. C. (2022). Fractionation and characterization of the bioactive compounds of the extracts of buds of *Syzygium aromaticum*. *Journal of Chemistry and Environment*, 56–73. <https://doi.org/10.56946/jce.v1i01.28>

- Lone, Z. A., & Jain, N. (2022). Phytochemical analysis of clove (*Syzygium aromaticum*) dried flower buds extract and its therapeutic importance. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 12(4-S), 87–92. <https://doi.org/10.22270/jddt.v12i4-s.5628>
- Loukili, E. H., Ouahabi, S., Elbouzidi, A., Taibi, M., Yahyaoui, M. I., Asehraou, A., Azougay, A., Saleh, A., Al Kamaly, O., Parvez, M. K., El Guerrouj, B., Touzani, R., & Ramdani, M. (2023). Phytochemical composition and pharmacological activities of three essential oils collected from Eastern Morocco (*Origanum compactum*, *Salvia officinalis*, and *Syzygium aromaticum*): A comparative study. *Plants*, 12(19), 3376. <https://doi.org/10.3390/plants12193376>
- Ogwuda, U., Adewumi, C. N., Anyip, P., & Ochi, I. (2022). Phytochemical screening and chemical analysis of cloves (*Syzygium aromaticum*) flower buds. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. <https://doi.org/10.56726/irjmets32302>
- Pandey, V. K., Srivastava, S., Ashish, Dash, K. K., Singh, R., Dar, A. H., Singh, T., Farooqui, A., Shaikh, A. M., & Kovacs, B. (2024). Bioactive properties of clove (*Syzygium aromaticum*) essential oil nanoemulsion: A comprehensive review. *Heliyon*, 10(1), e22437. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22437>
- Raghuvanshi, T. S., Gupta, V., & Prakash, B. (2026). Assessing the antibacterial, antifungal, and antiaflatoxigenic activity of a developed nanoformulation based on a combination of *Syzygium aromaticum* leaf and bud essential oils. *Sustainable Food Technology*, 4(1), 823–841. <https://doi.org/10.1039/D5FB00440C>
- Rawa, M. S. A., Mazlan, M. K. N., Ahmad, R., Nogawa, T., & Wahab, H. A. (2022). Roles of *Syzygium* in anti-cholinesterase, anti-diabetic, anti-inflammatory, and antioxidant: From Alzheimer's perspective. *Plants*, 11(11), 1476. <https://doi.org/10.3390/plants11111476>
- Sarker, J., & Islam, M. N. (2021). Comparative summary of the ethnomedicinal use, phytochemical constituents, and pharmacological properties of *Syzygium aromaticum* and *Ocimum sanctum*. *Pharmacotherapy and Pharmascience Discovery*, 82–100. <https://doi.org/10.66944/PtherPsciD/PPD21111>
- Trifan, A., Zengin, G., Brebu, M., Skalicka-Woźniak, K., & Luca, S. V. (2021). Phytochemical characterization and evaluation of the antioxidant and anti-enzymatic activity of five common spices: Focus on their essential oils and spent material extractives. *Plants*, 10(12), 2692. <https://doi.org/10.3390/plants10122692>
- Uddin, A., Hossain, F., Reza, A. S. M. A., Nasrin, S., & Alam, A. K. (2022). Traditional uses, pharmacological activities, and phytochemical constituents of the genus *Syzygium*: A review. *Food Science & Nutrition*, 10(6), 1789–1819. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2797>
- Ullah, M. A., & Hassan, A. H. A. (2023). Role of clove in human medical history. *SAR Journal of Anatomy and Physiology*, 4(2), 10–19. <https://doi.org/10.36346/sarjap.2023.v04i02.001>

Xue, Q., Xiang, Z., Wang, S., Cong, Z., Gao, P., & Liu, X. (2022). Recent advances in nutritional composition, phytochemistry, bioactive, and potential applications of *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae). *Frontiers in Nutrition*, 9, 1002147.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1002147>



© 2026 by authors. Content on this article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).