

**Formulasi Dan Evaluasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Cengkeh
(*Syzygium aromaticum*)**

Renda Nisjmatul Ma'rifah^{1*}, Masfufatun², Agusniar Furkani Listyawati³

¹Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

²Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

³Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

*email korespondensi penulis: masfufatun@uwks.ac.id

Abstrak

Latar belakang: *Syzygium aromaticum* mengandung bahan aktif dengan potensi aktivitas biologis luas, namun memiliki keterbatasan stabilitas dan kelarutan pada sediaan konvensional. Pengembangan nanoemulsi berbasis bahan alam diperlukan untuk meningkatkan stabilitas dan efektivitas penghantaran senyawa aktif. **Tujuan:** Tujuan dari formulasi ini untuk mengetahui karakteristik nanoemulsi *S.aromaticum*. **Metode:** Formula terdiri dari F1 (30%, dan 15%), F2 (35%, 20%), F3 (40%, 25%). Evaluasi formula dilakukan dengan pengujian organoleptik, homogenitas, stabilitas fisik, dan analisis ukuran droplet menggunakan Particle Size Analyzer (PSA). **Hasil:** Sediaan nanoemulsi yang dihasilkan berwarna kuning kental kecoklatan berbau khas cengkeh dengan ukuran partikel yang memenuhi kriteria nanoemulsi F2 (6.96 nm), dan F3 (9.07), Nilai transmitan yang paling baik > 95% yaitu F3 (99.2 %) dan formula paling stabil secara fisik ditandai dengan tidak adanya pemisahan fase, pengendapan dan kekeruhan selama kurang lebih 3 bulan adalah Formula 1. **Kesimpulan:** Hasil penelitian ini menjadi landasan yang kuat untuk dilanjutkan ke uji aktivitas biologis (*in vitro* dan *in vivo*). Formula yang stabil dan berukuran nano harus diuji untuk membandingkan efektivitas antioksidan, antimikroba, atau antikanker nanoemulsi dengan sediaan konvensional untuk secara kuantitatif membuktikan peningkatan efektivitas penghantaran.

Kata Kunci: Formulasi, karakteristik, nanoemulsi, *syzygium aromaticum*

Abstract

Background: *Syzygium aromaticum* contains active ingredients with broad biological activity potential, but has limited stability and solubility in conventional preparations. The development of natural-based nanoemulsions is needed to improve the stability and effectiveness of active compound delivery. **Objective:** The purpose of this formulation is to determine the characteristics of *S.aromaticum* nanoemulsions. **Method:** The formulas consist of F1 (30%, and 15%), F2 (35%, 20%), F3 (40%, 25%). Formula evaluation was carried out by organoleptic testing, homogeneity, physical stability, and droplet size analysis using a Particle Size Analyzer (PSA). **Results:** The resulting nanoemulsion preparation is thick brownish yellow with a distinctive clove odor with particle sizes that meet the criteria for nanoemulsion F2 (6.96 nm), and F3 (9.07), the best transmittance value > 95% is F3

“ Harmoni Budaya Lokal dan Teknologi untuk Pembangunan Berkelanjutan”

(99.2%) and the most physically stable formula is indicated by the absence of phase separation, precipitation and turbidity for approximately 3 months is Formula 1.

Conclusion: The results of this study provide a strong foundation to proceed to biological activity tests (*in vitro* and *in vivo*). Stable and nano-sized formulas should be tested to compare the effectiveness of antioxidants, antimicrobials, or anticancer nanoemulsions with conventional preparations to quantitatively prove increased delivery effectiveness.

Keywords: Formulation, Characterization, Nanoemulsion, *Syzygium aromaticum*

PENDAHULUAN

Syzygium aromaticum atau yang lebih dikenal sebagai cengkeh merupakan tanaman herbal yang banyak digunakan dalam dunia pengobatan tradisional maupun modern karena memiliki kandungan senyawa bioaktif yang tinggi (Kuncoro et al., 2023; Xiong et al., 2024). Tanaman ini diketahui mengandung berbagai komponen fitokimia seperti flavonoid, tanin, alkaloid, terpenoid, dan saponin, serta minyak atsiri dengan senyawa utama berupa eugenol yang mencapai 70–90% dari total kandungan minyak (Zulaikhah, 2024). Keberadaan senyawa-senyawa tersebut memberikan *S. aromaticum* kemampuan biologis yang luas, termasuk sebagai antijamur, antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, analgetik, dan antimikroba (Elkins et al., 2020). Secara fitokimia, daun *S. aromaticum* mengandung senyawa flavonoid, tanin, alkaloid, terpenoid, dan saponin, serta minyak atsiri dengan eugenol sebagai komponen utama sebesar 70–90% (Zulaikhah, 2024).

Salah satu alasan utama pengembangan *S. aromaticum* dalam bidang farmasi adalah potensinya sebagai antijamur (Ilma et al., 2024). Meskipun memiliki potensi farmakologis yang menjanjikan, aplikasi *S. aromaticum* dalam bentuk sediaan konvensional masih menghadapi beberapa keterbatasan, seperti kelarutan yang rendah dalam air, volatilitas tinggi, serta stabilitas fisik dan kimia yang rendah selama penyimpanan (Salmon, 2024; Taleuzzaman et al., 2020). Keterbatasan tersebut dapat menurunkan bioavailabilitas senyawa aktif sehingga mengurangi efektivitas terapinya. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, pengembangan nanoemulsi menjadi strategi formulasi yang prospektif. Nanoemulsi memiliki ukuran droplet yang sangat kecil, yaitu 10–100 nm (Chavda, 2019), sehingga dapat meningkatkan luas permukaan kontak, kelarutan, stabilitas fisik, permeabilitas membran biologis, serta bioavailabilitas senyawa aktif (Kuncoro et al., 2023; Vivek, 2019). Selain itu, nanoemulsi mampu melindungi senyawa yang mudah terdegradasi, memperpanjang waktu simpan, serta meningkatkan pelepasan dan penyerapan obat secara lebih efisien dibandingkan bentuk sediaan konvensional (Khusnul et al., 2020).

“ Harmoni Budaya Lokal dan Teknologi untuk Pembangunan Berkelanjutan”

Berdasarkan latar belakang perlu dilakukan formulasi sediaan nanoemulsi untuk dapat memberikan penghantaran obat yang baik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui formulasi dan karakteristik sediaan nanoemulsi *S.aromaticum*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan dengan memformulasikan sediaan nanoemulsi berbasis *Syzygium aromaticum* dengan sonifikasi menggunakan variasi konsentrasi ekstrak *S.aromaticum* sebagai fase minyak. Formulasi dibuat dengan menggunakan surfaktan Tween 80, kosurfaktan PEG 400, serta akuades sebagai fase air. Setelah proses formulasi, dilakukan evaluasi fisik sediaan meliputi pengujian organoleptik, homogenitas, stabilitas fisik, nilai transmitan, dan analisis ukuran droplet menggunakan Particle Size Analyzer (PSA).

1. Pembuatan Ekstrak Daun Cengkeh

Pembuatan ekstrak *Syzygium aromaticum* dilakukan melalui proses maserasi. Bahan baku berupa bunga cengkeh terlebih dahulu menjalani proses determinasi di UPT Laboratorium Herbal Materia Medica, Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. Selanjutnya dilakukan sortasi basah untuk memisahkan kotoran atau bahan yang tidak diperlukan, kemudian dicuci menggunakan air mengalir. Bahan yang telah bersih kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga mencapai kadar air optimal dan selanjutnya digiling menjadi serbuk simplisia. Serbuk ini diekstraksi menggunakan pelarut etanol 96% dengan teknik maserasi selama 3×24 jam. Filtrat hasil ekstraksi kemudian disaring dan diuapkan menggunakan rotary evaporator sampai diperoleh ekstrak kental *Syzygium aromaticum* (Wahyulianingsih et al., 2016).

2. Pembuatan Nanoemulsi Daun Cengkeh

Proses pembuatan nanoemulsi *Syzygium aromaticum* dilakukan menggunakan tiga variasi formula sesuai komposisi pada Tabel 1. Ekstrak cengkeh dicampurkan terlebih dahulu ke dalam fase minyak yang terdiri dari Virgin Coconut Oil (VCO), kemudian diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 15 menit pada kecepatan 500 rpm, dan dilanjutkan dengan proses sonifikasi selama 8 menit (Kaluku et al., 2022).

Pada fase air, Tween 80 dan gliserin dicampurkan dan dihomogenisasi menggunakan magnetic stirrer dengan durasi 15 menit pada kecepatan yang sama. Setelah kedua fase siap, fase air ditambahkan secara perlahan ke fase minyak sambil diaduk kembali menggunakan magnetic stirrer selama 15 menit untuk membantu pembentukan pra-emulsi.

“ Harmoni Budaya Lokal dan Teknologi untuk Pembangunan Berkelanjutan”

Tahap terakhir dilakukan dengan menambahkan aquabidest secara bertahap (tetes demi tetes) sambil melakukan pengadukan hingga diperoleh nanoemulsi yang homogen dan stabil (Kaluku et al., 2022).

Tabel 1. Formula Nanoemulsi Daun Cengkeh

Bahan	Kegunaan	Konsentrasi		
		F1	F2	F3
<i>Ekstrak Daun cengkeh</i>	Zat aktif	0,25%	0,25%	0,25%
<i>Virgin coconut oil</i>	Fase minyak	5%	5%	5%
<i>Tween 80</i>	Surfaktan	30%	35%	40%
<i>Gliserin</i>	Kosurfaktan	15%	20%	25%
<i>Add aquadest</i>	Pelarut	100 ml	100 ml	100 ml

3. Evaluasi Sediaan Nanoemulsi Daun Cengkeh

Penentuan ukuran droplet dan polydispersity, Evaluasi ukuran droplet dan nilai Polydispersity Index (PDI) dilakukan dengan mengencerkan 1 mL nanoemulsi ke dalam 19 mL aquadest, kemudian dianalisis menggunakan alat Particle Size Analyzer (PSA) BIOBASE BK-802N. Ukuran droplet nanoemulsi ideal berada pada rentang 1–100 nm. Nilai PDI digunakan untuk melihat keseragaman ukuran partikel, di mana nilai < 0,1 menunjukkan distribusi droplet yang seragam, sedangkan nilai yang lebih besar mengindikasikan distribusi ukuran yang lebih luas (Redhita et al., 2022).

Uji Organoleptik dilakukan dengan mengamati karakter fisik sediaan, meliputi warna, aroma khas *Syzygium aromaticum*, serta bentuk konsistensi nanoemulsi, dilakukan pada wadah transparan dengan pencahayaan yang memadai (Atanase et al., 2017).

Uji Sentrifugasi dilakukan untuk mengevaluasi kestabilan fisik nanoemulsi dengan mengamati adanya fase terpisah, creaming, pengendapan, atau kekeruhan setelah penyentrifugasian pada kecepatan 500 rpm selama 30 menit (Redha & Susilo, 2020).

Uji Persen Transmisi dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV-1800. Sebanyak 100 µL nanoemulsi *Syzygium aromaticum* diencerkan dalam 5 mL aquadest dan divorteks selama 1 menit hingga terbentuk larutan homogen. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 650 nm. Nilai transmitansi di atas 95% menunjukkan nanoemulsi yang stabil dengan tampilan visual yang jernih dan transparan.

HASIL PENELITIAN

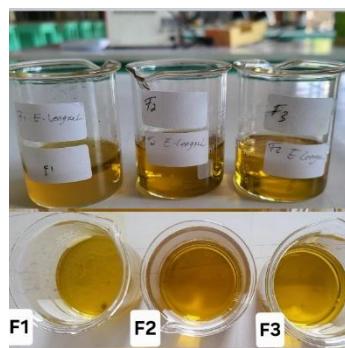
Uji Organoleptis terhadap sediaan nanoemulsi *Syzygium aromaticum* menunjukkan bahwa ketiga formula memiliki penampilan berwarna kuning

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KUSUMA IV

Kualitas Sumberdaya Manusia

“ Harmoni Budaya Lokal dan Teknologi untuk Pembangunan Berkelanjutan”

kecokelatan dengan tingkat kejernihan yang relatif serupa. Variasi konsentrasi Tween 80 dan gliserin tidak memberikan perubahan signifikan pada warna sediaan, namun berpengaruh pada kejernihan dan viskositas. Seluruh formula memiliki aroma khas cengkeh yang kuat dan konsisten. Secara keseluruhan, sediaan tampak homogen tanpa adanya fase yang terpisah. Hasil pengamatan organoleptik sediaan nanoemulsi *Syzygium aromaticum* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sediaan nanoemulsi

Keterangan:

- F1: Nanoemulsi Tween 80, gliserin (30%, 15%)
- F2: Nanoemulsi Tween 80, gliserin (35%, 20%)
- F3: Nanoemulsi Tween 80, gliserin (40%, 25%)

Penentuan Nilai transmitan

Uji persen transmitan dilakukan untuk mengetahui tingkat kejernihan sediaan nanoemulsi *Syzygium aromaticum* yang telah diformulasikan. Berdasarkan hasil pengukuran transmitan pada ketiga formula, diperoleh nilai berturut-turut sebesar 56,20%, 93,80%, dan 99,20%. Nilai transmitan yang semakin meningkat menunjukkan bahwa formula menjadi semakin jernih, sehingga distribusi ukuran droplet semakin homogen. Formula ketiga (F3) menunjukkan nilai transmitan paling tinggi, yaitu mendekati 100%, sehingga memenuhi karakteristik kejernihan nanoemulsi.

Tabel 2. Hasil persen transmitan sediaan nanoemulsi *Syzygium aromaticum*

Sampel	ABS (600)	Result (-)
Formula 1	56.200	56.200
Formula 2	93.800	93.800
Formula 3	99.200	99.200

Variasi nilai transmitan ini dipengaruhi oleh konsentrasi Tween 80 dan gliserin yang digunakan, di mana semakin optimal perbandingan surfaktan dan kosurfaktan, maka semakin kecil ukuran droplet yang terbentuk sehingga menghasilkan transmisi yang lebih tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KUSUMA IV

Kualitas Sumberdaya Manusia

“ Harmoni Budaya Lokal dan Teknologi untuk Pembangunan Berkelanjutan”

formulasi F3 memiliki tingkat kejernihan terbaik dibandingkan F1 dan F2. Data hasil uji persen transmitan ditampilkan pada Tabel 2.

Penentuan Ukuran Droplet, Indeks Polidispersitas

Berikut adalah data hasil penentuan ukuran droplet, indeks polidispersitas dari sediaan nanoemulsi *S.aromaticum*.

Tabel 3. Hasil pengujian ukuran droplet, indeks polidispersitas nanoemulsi *S.aromaticum*.

Formula	Ukuran partikel	Indeks polidispersitas
Formula 1	327.82nm	0.6132 nm
Formula 2	6.96nm	0.0931 nm
Formula 3	9.07nm	0.2465 nm

Berdasarkan hasil uji ukuran droplet menggunakan Particle Size Analyzer (PSA), diperoleh ukuran rata-rata droplet yang berbeda pada tiap formula. Formula 1 memiliki ukuran droplet sebesar 327,82 nm dengan nilai indeks polidispersitas (PDI) 0,6132. Formula 2 menunjukkan ukuran droplet paling kecil yaitu 6,96 nm dengan nilai PDI 0,0931, sedangkan Formula 3 memiliki ukuran droplet sebesar 9,07 nm dengan nilai PDI 0,2465. Nilai PDI yang rendah pada F2 dan F3 menunjukkan distribusi ukuran droplet yang homogen, sementara nilai PDI F1 mengindikasikan sistem yang kurang stabil.

Berdasarkan ukuran nanopartikel menurut (Gupta et al., 2016) yaitu rentang 20–500 nm, maka F2 dan F3 telah memenuhi karakteristik nanoemulsi ideal. Ukuran droplet yang semakin kecil umumnya meningkatkan luas permukaan kontak sehingga mempercepat absorpsi dan memungkinkan efek farmakologis yang lebih optimal. Hasil ini menunjukkan bahwa variasi surfaktan dan kosurfaktan berpengaruh terhadap ukuran droplet yang terbentuk, di mana komposisi pada F2 dan F3 menghasilkan sistem yang lebih stabil dan sesuai karakteristik nanoemulsi. Data lengkap hasil analisis ukuran partikel dan indeks polidispersitas ditampilkan pada Tabel 3.

Penentuan Stabilitas Nanoemulsi (sentrifugasi)

Berdasarkan hasil pengujian, semua formula nanoemulsi *Syzygium aromaticum* tidak menunjukkan adanya perubahan fase, endapan, atau kekeruhan setelah proses sentrifugasi. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem nanoemulsi memiliki stabilitas fisik yang baik dan mampu mempertahankan homogenitas struktur dispersi. Dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Uji Stabilitas nanoemulsi

Hasil evaluasi ini memperkuat bahwa komposisi surfaktan dan kosurfaktan pada formulasi mampu menstabilkan fase minyak *S. aromaticum* dalam sistem nanoemulsi, sehingga mencegah terjadinya ketidakstabilan fisik selama proses percepatan penyimpanan. Data lengkap hasil uji stabilitas melalui metode sentrifugasi ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil sentrifugasi nanoemulsi *S.aromaticum*

Formula	Sentrifugasi		
	Pemisahan	pengendapan	Kekeruhan
Formula 1	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Formula 2	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Formula 3	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada

PEMBAHASAN

Nanoemulsi daun cengkeh hasil metode ultrasonik menunjukkan bahwa formula 2 dan 3 memiliki kualitas terbaik dengan ukuran partikel nano (<100 nm), nilai PDI rendah (<0,3), dan transmitansi tinggi (>95%), yang menandakan partikel terdispersi homogen dan sistem stabil. Uji sentrifugasi juga membuktikan seluruh formula stabil tanpa pemisahan fase berkat kombinasi surfaktan Tween 80 dan kosurfaktan gliserin yang mampu menjaga kestabilan emulsi. Berdasarkan uji organoleptik selama 12 minggu, formula 3 menunjukkan kestabilan paling baik karena tidak mengalami perubahan warna, aroma, bentuk, maupun endapan, sedangkan formula 1 dan 2 mulai menunjukkan degradasi berturut pada minggu ke-8 dan minggu ke-10. Dengan demikian, formula 3 dinyatakan sebagai formulasi paling optimal dari segi ukuran partikel, homogenitas, kestabilan fisik, dan stabilitas penyimpanan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, formulasi nanoemulsi *Syzygium aromaticum* berhasil dikembangkan dengan karakteristik fisik yang stabil dan homogen. Formula 3 menunjukkan ukuran partikel paling kecil (9,96 nm), indeks polidispersitas rendah (0,2465), serta nilai transmitansi tinggi (>95%), menandakan nanoemulsi jernih dan stabil. Seluruh formula tahan terhadap pemisahan fase, pengendapan, dan kekeruhan setelah uji stabilitas fisik. Dengan demikian, Formula 3 merupakan formula optimal yang memenuhi tujuan penelitian dalam menghasilkan nanoemulsi *S. aromaticum* dengan stabilitas dan kualitas formulasi yang baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma, khususnya Laboratorium Biokimia, atas fasilitas dan dukungan selama penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Masfufatun beserta seluruh staf laboratorium yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta bantuan praktis sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Atanase, L.-I., Larraya, C., Tranchant, J.-F. & Save, M. (2017). Rational design of tetrahydrogeraniol-based hydrophobically modified poly (acrylic acid) as emulsifier of terpene-in-water transparent nanoemulsions. *European Polymer Journal*, 94, 248–258.
- Chavda, V. P. (2019). Nanobased nano drug delivery: a comprehensive review. *Applications of Targeted Nano Drugs and Delivery Systems*, 69–92.
- Elkins, J. M., Cantillo-Campos, S. & Sheele, J. M. (2020). Frequency of coinfection on the vaginal wet preparation in the emergency department. *Cureus*, 12(11).
- Gupta, P., Chhibber, S. & Harjai, K. (2016). Subinhibitory concentration of ciprofloxacin targets quorum sensing system of *Pseudomonas aeruginosa* causing inhibition of biofilm formation & reduction of virulence. *Indian Journal of Medical Research*, 143(5), 643–651.
- Ilma, A. D. M., Hapsari, F. K., Mentari, D., Hidayati, N. & Ilyasa, M. R. S. (2024). Uji Efektivitas Serbuk Effervescent Ekstrak Daun Cengkeh sebagai Antijamur (*Candida albicans*) Penyebab Sariawan. *CERATA Jurnal Ilmu Farmasi*, 15(1), 59–66.
- Kaluku, R. I., Tungadi, R. & Thomas, N. A. (2022). Effect of HEC (Hydroxyethyl Cellulose) Polymer on Nanoemulsion-Based Curcumin Transdermal Patch Release. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 2(3), 197–207.
- Khusnul, K., Wardani, R. & Hidana, R. (2020). Pengaruh Ekstrak Etanol Bunga Cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Lm Perry) terhadap Pertumbuhan Beberapa Jamur Penyebab Ketombe Secara Invitro. *Jurnal*

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KUSUMA IV

Kualitas Sumberdaya Manusia

“ Harmoni Budaya Lokal dan Teknologi untuk Pembangunan Berkelanjutan”

- Kesehatan Bakti Tunas Husada: *Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan Dan Farmasi*, 20(2), 288–294.
- Kuncoro, B., Putri, L. A. & Supriyanta, J. (2023). FORMULASI DAN EVALUASI FISIK SEDIAAN OVULA NANOEMULSI MINYAK ATSIRI DAUN CENGKEH (*Syzygium aromaticum* L.). *Jurnal Farmagazine*, 10(2), 33–42.
- Redha, A. & Susilo, D. U. M. (2020). Formulasi Nanoemulsi Oleoresin Jahe Merah Berbasis Lesitin Dan Stabilitasnya Selama Penyimpanan. *Agrofood*, 2(2), 1–8.
- Redhita, L. A., Beandrade, M. U., Putri, I. K. & Anindita, R. (2022). FORMULASI DAN EVALUASI NANOEMULSI EKSTRAK DAUN KEMANGI (*Ocimum basilicum* L.) DENGAN VARIASI KONSENTRASI TWEEN 80. *Jurnal Mitra Kesehatan*, 4(2), 80–91.
- Salmon, J. F. (2024). *Kanski's clinical ophthalmology e-book: a systematic approach*. Elsevier Health Sciences.
- Taleuzzaman, M., Imam, S. S. & Gilani, S. J. (2020). Clove oil/eugenol as the nanotechnological perspective for healthcare applications. *Nanomedicine for Bioactives: Healthcare Applications*, 413–430.
- Vivek, P. C. (2019). Nanotherapeutics and Nanobiotechnology In: Shyam S. M, Shivendu R., Nandita, D., Raghvendra, KM, Sabu, T.(Ed.) *Micro and Nano Technologies, Applications of Targeted Nano Drugs and Delivery Systems*, 1–13.
- Wahyulianingsih, W., Handayani, S. & Malik, A. (2016). Penetapan kadar flavonoid total ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 3(2), 188–193.
- Xiong, L., Pereira De Sa, N., Zarnowski, R., Huang, M. Y., Mota Fernandes, C., Lanni, F., Andes, D. R., Del Poeta, M. & Mitchell, A. P. (2024). Biofilm-associated metabolism via ERG251 in *Candida albicans*. *Plos Pathogens*, 20(5), e1012225.
- Zulaikhah, D. (2024). *Pengaruh Variasi Konsentrasi Minyak Cengkeh Terinkorporasi Dalam Laponite Terhadap Sifat Fisikokimia Gel dan Uji Aktivitas Antimikroba Bakteri *Staphylococcus aureus* dan Jamur *Candida albicans**.