

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kaya akan metabolit sekunder bioaktif seperti golongan terpenoid yang memiliki banyak manfaat, diantaranya sebagai bahan terapeutik, antimikroba, dan antioksidan. Senyawa golongan terpenoid tidak hanya berfungsi sebagai bagian dari mekanisme pertahanan tanaman, tetapi juga memiliki nilai ekonomi dan farmasi yang besar di seluruh dunia. Salah satu golongan senyawa terpenoid adalah minyak atsiri (Najafian, 2025). Menurut *Indonesian Essential Oil: The Scents of Natural Life*, sekitar 40 tanaman Indonesia berpotensi menghasilkan minyak atsiri untuk aromaterapi, sedangkan 12 tanaman lainnya masih dikembangkan dalam skala industri (Yulyana et al., 2024).

Sebagai negara dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah, Indonesia menjadi salah satu pengeksportir minyak atsiri terbesar di dunia. Berdasarkan data dari *International Trade Centre (ITC)*, pada tahun 2009 nilai ekspor minyak atsiri Indonesia mencapai 91 juta USD dan pada tahun 2011 meningkat signifikan menjadi 161 juta USD. Meskipun pada tahun 2013 mengalami penurunan menjadi 123 juta USD, Indonesia tetap menduduki peringkat ke-9 sebagai eksportir terbesar dunia. Hal ini menunjukkan bahwa minyak atsiri di Indonesia masih amat melimpah dan belum di maksimalkan peruntukkannya (Caroline et al., 2022).

Minyak atsiri adalah senyawa beraroma yang memberi bau khas pada tanaman. Minyak atsiri banyak dimanfaatkan dalam industri kosmetik sebagai bahan pewangi pembuatan sabun, pasta gigi, sampo, losion dan parfum (Purba et al., 2025; Rafi et al., 2023). Dalam industri makanan, minyak atsiri digunakan sebagai perisa atau penambah cita rasa. Selain itu, minyak atsiri juga digunakan untuk menyamarkan bau tidak sedap pada bahan lain, seperti produk pengawet dan insektisida.

Kemudian dalam industri farmasi dan kesehatan, minyak atsiri semakin populer karena dianggap sebagai alternatif alami yang efektif untuk berbagai

masalah kesehatan. Minyak atsiri sudah digunakan selama berabad-abad dalam pengobatan tradisional seperti pengobatan holistik dari india kuno (ayurveda), pengobatan tradisional Tiongkok, dan jamu di Indonesia (Wibowo et al., 2025). Dalam bidang kesehatan minyak atsiri dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan untuk membantu meredakan nyeri serta melawan infeksi dan bakteri (Rafi et al., 2023).

Berdasarkan penelitian Septiani et al., 2024, minyak atsiri dari daun sirih hijau dan merah menunjukkan aktivitas antibakteri kategori moderat. Zona hambat terbesar pada *Staphylococcus aureus* sebesar 18,8 mm pada konsentrasi 30%, sedangkan terhadap *Pseudomonas aeruginosa* mencapai 12,1 mm pada konsentrasi yang sama. Hasil ini mengindikasikan bahwa minyak atsiri memiliki potensi yang cukup efektif sebagai antibakteri.

Azizah et al., 2022 menyatakan bahwa minyak atsiri berpotensi digunakan sebagai aromaterapi dalam perawatan kulit secara alami. Selain itu, dalam bidang onkologi, minyak atsiri yang mengandung terpenoid/monoterpen dilaporkan memiliki potensi antikanker dengan menghambat proliferasi sel kanker, menginduksi arrest (penghentian) siklus sel, serta memicu kematian sel terprogram (*apoptosis*) (Thalappil et al., 2024). Sebagai contoh dalam uji *in vitro*, minyak atsiri dalam tanaman *Cymbopogon nardus* menunjukkan penghambatan pertumbuhan sel kanker hingga 44,49% pada konsentrasi tertinggi dengan nilai IC₅₀ sekitar 170 ppm (R. Fitria et al., 2022).

Salah satu jenis minyak atsiri yang banyak dimanfaatkan adalah minyak lavender (*Lavandula angustifolia*). Minyak ini dikenal memiliki efek menenangkan yang dapat membantu meredakan stres dan nyeri, serta memiliki sifat antimikroba dan antioksidan, sehingga berpotensi besar untuk di aplikasikan dalam bidang farmasi (Fadel et al., 2023). Berdasarkan penelitian oleh Rapper et al., 2016, pada konsentrasi <1%, minyak atsiri lavender pada konsentrasi tersebut mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap methicillin serta *Enterococcus faecalis* yang resisten terhadap vancomycin. Selain itu, uji *in vitro* menunjukkan MIC sebesar 2.00 mg/mL terhadap *Staphylococcus aureus* dan 3.00 mg/mL terhadap *Candida albicans*, yang semakin menegaskan potensi antibakteri dari minyak lavender.

Selain itu, pengujian antioksidan menggunakan metode DPPH menunjukkan bahwa minyak lavender menunjukkan kemampuan antioksidan yang kuat berdasarkan nilai IC_{50} sebesar 51,05 mg/mL.

Hasil ini mengindikasikan kemampuannya dalam menangkal radikal bebas dan menekan stress oksidatif (Silva et al., 2015). Meskipun demikian, potensi farmakologis tersebut tidak selalu mudah diaplikasikan dalam bentuk sediaan farmasi. Penggunaan minyak lavender masih menghadapi kendala utama berupa kelarutan yang rendah dalam air. Sifat lipofiliknya dapat menyebabkan rendahnya bioavailabilitas, sehingga berpotensi menurunkan efektivitas terapeutik. Kendala ini semakin diperkuat oleh karakteristik minyak atsiri yang mudah menguap (*volatil*) akibat titik didihnya yang rendah (Kusumawardhan et al., 2022).

Kondisi tersebut menyebabkan minyak atsiri lavender rentan mengalami kehilangan komponen aktif serta penurunan mutu akibat paparan panas, cahaya, dan oksigen, sehingga diperlukan penanganan dan penyimpanan yang tepat (Siddiqui et al., 2024). Selain itu, minyak atsiri cenderung mudah larut dalam pelarut organik, tetapi memiliki kelarutan yang rendah dalam air (Sari et al., 2023). Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pengembangan formulasi yang dapat meningkatkan kelarutan dan bioavailabilitas senyawa bioaktif dalam minyak atsiri lavender.

Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah penggunaan sistem penghantaran berbasis nanoemulsi dengan metode pengadukan menggunakan vortex. Nanoemulsi merupakan sistem penghantaran obat berbasis lipid dengan kestabilan kinetik, tersusun atas minyak atsiri, surfaktan, kosurfaktan, dan air dengan ukuran tetesan pada skala nanometer. Sistem ini diketahui mampu meningkatkan kelarutan, absorpsi senyawa lipofilik dan bioavailabilitas obat (Zubaydah et al., 2023).

Penelitian oleh Kristiani et al., 2019, melaporkan bahwa penggunaan vortex dalam pembuatan nanoemulsi minyak daun kemangi menghasilkan ukuran partikel sekitar 10,6 nm dan nilai PDI 0,03, yang menandakan ukuran partikel terdistribusi secara seragam. Selain itu, nanoemulsi yang dihasilkan memiliki potensial zeta sebesar -36,4 mV, yang mengindikasikan stabilitas

sistem nanoemulsi yang baik. Nilai tersebut mencerminkan adanya gaya menolak antar tetesan yang cukup kuat, sehingga mencegah terjadinya agregasi dan sedimentasi.

Berdasarkan penelitian Fahizan et al., 2025, melaporkan bahwa Vortex memiliki keunggulan dalam menghasilkan emulsi minyak-dalam-air (O/W) yang lebih stabil dibandingkan metode ultrasonik, yang ditunjukkan oleh nilai *creaming index* dan tegangan permukaan yang lebih rendah. Pengadukan vortex bersifat lebih lembut dan merata sehingga mampu mempertahankan kestabilan droplet emulsi tanpa merusak struktur surfaktan, sehingga sesuai digunakan untuk preparasi emulsi skala laboratorium.

Selain itu, menurut Boujemaa et al., 2025 metode pengadukan menggunakan vortex mixer dilaporkan sebagai pendekatan yang sederhana dan *cost-effective* dibandingkan teknik microfluidics. Dalam penelitian tersebut, vortex digunakan sebagai metode utama emulsifikasi untuk menghasilkan mikro dan nanogel tanpa memerlukan peralatan khusus, material mahal, maupun keahlian teknis yang kompleks. Penggunaan vortex mixer memungkinkan pembentukan droplet secara cepat dengan kontrol ukuran yang memadai hanya menggunakan peralatan laboratorium standar, sehingga menjadikannya alternatif yang lebih murah dan mudah diaplikasikan untuk preparasi emulsi dan sistem berbasis nano di skala laboratorium.

Dengan demikian, pengembangan formulasi menggunakan sistem penghantar nanoemulsi dengan metode pengadukan menggunakan vortex dapat menjadi alternatif yang efektif untuk mengatasi permasalahan kelarutan dan bioavailabilitas minyak atsiri lavender, sehingga diharapkan dapat meningkatkan efektivitas terapeutiknya secara optimal. Sediaan nanoemulsi minyak lavender divariasikan durasi pengadukan selama 30, 60, dan 90 menit. Selain itu, dilakukan pengujian antioksidan menggunakan metode DPPH serta pengujian aktivitas bakteri terhadap *Staphylococcus aureus* untuk melihat efektivitas sediaan nanoemulsi minyak lavender.

1.2 Rumusan Masalah

1.2.1 Bagaimana pengaruh waktu pengadukan vortex terhadap karakteristik fisik nanoemulsi minyak atsiri lavender?

1.2.2 Bagaimana pengaruh formulasi nanoemulsi minyak atsiri lavender terhadap aktivitas antioksidan?

1.2.3 Bagaimana pengaruh formulasi nanoemulsi minyak atsiri lavender terhadap aktivitas antibakteri?

1.3 Batasan Masalah

1.3.1 Penelitian hanya membuat sediaan nanoemulsi minyak atsiri lavender menggunakan metode pengadukan vortex.

1.3.2 Variasi pengadukan vortex dilakukan selama 30, 60 dan 90 menit.

1.3.3 Analisis karakteristik fisik nanoemulsi menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA).

1.3.4 Uji antioksidan menggunakan metode DPPH sedangkan uji antibakteri dengan metode difusi cakram.

1.4 Tujuan penelitian

1.4.1 Menentukan karakteristik fisik formulasi nanoemulsi minyak atsiri lavender yang optimal terhadap pengaruh waktu pengadukan menggunakan vortex.

1.4.2 Menganalisis kemampuan nanoemulsi minyak atsiri lavender dalam aktivitas antioksidan.

1.4.3 Menganalisis kemampuan nanoemulsi minyak atsiri lavender dalam aktivitas antibakteri.

1.5 Manfaat penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kefarmasian khususnya tentang sistem penghantaran obat nanoemulsi.

1.5.2 Manfaat Praktis

1. Bagi Peneliti

Diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi dan dasar ilmiah bagi peneliti selanjutnya dalam pengembangan nanoemulsi berbasis minyak atsiri, khususnya lavender. Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan metode formulasi, karakterisasi fisik, serta pengujian aktivitas antibakteri dan

antioksidan, sehingga mendorong pengembangan penelitian lanjutan yang lebih inovatif dan aplikatif.

2. Bagi Industri

Diharapkan penelitian ini memberikan manfaat berupa pengembangan produk farmasi berbasis nanoemulsi yang mengoptimalkan potensi minyak lavender, serta memberikan solusi bagi masalah kesehatan seperti infeksi bakteri dan stres oksidatif melalui peningkatan efektivitas antibakteri dan antioksidan.

3. Bagi Masyarakat

Diharapkan penelitian ini dapat membantu masyarakat dalam pencegahan dan penanganan masalah kesehatan seperti infeksi ringan dan paparan radikal bebas, serta meningkatkan kualitas hidup melalui penggunaan produk yang ramah lingkungan dan berbasis bahan alami.

1.6 Studi Penelitian Yang Relevan

Tabel 1.1 Studi Penelitian Yang Relevan

No	Nama peneliti, tahun dan judul penelitian	Perbedaan	Hasil penelitian
1	Fadel, B. A., Elwakil, B. H., Fawzy, E. E., Shaaban, M. M., & And ZakiaA.Olama. (2023). Nanoemulsion of Lavandula angustifolia Essential Oil / Gold.	Menggunakan sistem penghantar obat nanoemulsi untuk meningkatkan kelarutan dan bioavailabilitas minyak esensial lavender	Sistem penghantar yang digunakan adalah gold nanoparticles untuk aplikasi penyembuhan luka dan antibakteri
2	Asita, N., Zubair, M. S., & Syukri, Y. (2023). Formulasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) yang Memanfaatkan Tanaman Obat: Narrative Review	Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak atsiri lavender	Menggunakan tanaman obat seperti sirsak, propolis, daun salam, kunyit, dan lainnya yang diformulasikan menjadi SNEDDS
3	Rahman, M., Kotturi, H., Nikfarjam, S., Bhargava, K., & Ahsan, N. (2024). Antimicrobial Activity of Polycaprolactone Nanofiber Coated with Lavender and Neem Oil	Penelitian ini menguji karakteristik nanoemulsi menggunakan Particle Size Analysis (PSA)	Uji karakteristik nanoemulsi menggunakan Dynamic Light Scattering (DLS) untuk ukuran partikel

	Nanoemulsions against Airborne Bacteria.		
4	Widyaningrum, I., Triyoga, E. F., & Wibisono, N. (2023). Type of Cosurfactant Effects on Particle Size in Nanoemulsion Drug Delivery Systems. <i>East Asian Journal of Multidisciplinary Research (EAJMR)</i> , 2(9), 3811–3820	Zat aktif pada formulasi di penelitian ini menggunakan minyak lavender	Zat aktif menggunakan asam salisilat
5	Nirmala, M. J., Durai, L., Gopakumar, Nagaraja, V., & Ramamurthy. (2020). Preparation of Celery Essential Oil-Based Nanoemulsion by Ultrasonication and Evaluation of Its Potential Anticancer and Antibacterial Activity	Metode pembuatan nanoemulsi minyak lavender pada penelitian ini menggunakan metode homogenisasi dengan vortex	Penelitian ini menggunakan metode ultrasonikator

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi waktu pengadukan menggunakan vortex memengaruhi karakteristik nanoemulsi minyak atsiri lavender.
2. Ketiga formula nanoemulsi menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat.
3. Ketiga formula nanoemulsi minyak lavender menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dalam kategori sedang.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan:

Pada penelitian selanjutnya, proses pembuatan nanoemulsi sebaiknya menggunakan unit vortex yang sama dan kecepatan pengadukan yang sama pada seluruh formula, sehingga perbedaan hasil yang diperoleh lebih dapat dikaitkan dengan variasi waktu pengadukan dan tidak dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik atau kecepatan alat.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan rentang waktu pengadukan yang lebih bervariasi dengan kondisi alat yang dikontrol secara seragam untuk memperoleh waktu pengadukan yang paling optimal dalam menghasilkan ukuran partikel dan distribusi ukuran droplet yang lebih baik.

Penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian karakteristik nanoemulsi dan aktivitas biologis dengan jumlah pengulangan yang lebih banyak agar hasil yang diperoleh lebih representatif dan dapat memperkuat kesimpulan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ńska, m. A. Ńska-s., *, & , sławomir zych 2, m. B. 1 m. D. 3 and d. S. Ńska. (2023). Evaluation of the antibacterial activity of gentamicin in combination with essential oils isolated from different cultivars and morphological parts of lavender. *Mol*, 28(5781).
- aczka, w. M. (2022). *Natural compounds in the battle against*.
- Abebe, a., teklay, k., & mekonnen, a. (2022). Assessment on antioxidant activity of the aqueous leaf extracts of combretum microphyllum and the effect of co (ii) -leaf extract complex on antibacterial activity of leaf extracts of the plant material. *Scientific african*, 18, e01432. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01432>
- Adawiyah, r., lady, d., handoyo, y., soka, g., & atiqah, s. N. (2023). Pengaruh temperatur roasting biji kopi robusta (coffea caneophora pierre) terhadap nilai ic 50. *Jurnal farmasi ma chung: sains teknologi dan klinis komunitas*, 1(1), 1–7.
- Aderiyanti, r. (2022). *Studi perbandingan metode pengukuran antioksidan*. Universitas islam negeri raden intan lampung.
- Aguerd, o., elhrech, h., omari, n. El, benali, t., akhazzane, m., mostakim, m., ouma, s., khattabi, l., amanullah, m., menyiy, n. El, & inge, r. G. (2025). *Chemical composition and biological effects of lavandula angustifolia mill ., essential oils*.
- Aisyah, n., husni, p., & sinala, s. (2025). Analisis aktivitas antioksidan nanoemulsi berbaris tanaman dalam aplikasi farmasi dan kosmetik : kajian literatur. *Media kesehatan politektim kesehatan makassar*, xx(1), 139–152.
- Algahtani, m. S., ahmad, m. Z., & ahmad, j. (2022). *Investigation of factors influencing formation of nanoemulsion by spontaneous emulsification : impact on droplet size , polydispersity index , and stability*.
- Ansyori, a. K., tamrin, m., & sa'adah³, h. (2024). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol biji buah nyirih (xylocarpus granatum) dengan metode dp_ph secara spektrofotometri uv-vis. *Jurnal riset kefarmasian indonesia*, 6(2), 233–248.
- Antunovi'c, v., marjanovi'c-balaban, ž., gagi'c, ž., & ědevi'c-miloševi', v. K. 5 and d. Đ. (2026). Chemical composition , antioxidant potential , and standardized antimicrobial activity of lavandula angustifolia mill . Essential oil : an in vitro and in silico study. *Sci*, 8(102), 1–18.
- Aprilia, a. P., nugraha, a. R., aziz, a. N., amalia, r., fatma, jelita, e. S. L., husna, m. N., & seftiyani, s. P. (2023). Kulit telur berbasis eco-composite dan kaolin sebagai bahan pelapis kertas superhidrofobik. *Jurnal analis*, 2(2), 200–208.
- Argamosa, a. J., miciano, s. L., monis, a., rena, a., ramos, m., orpia, a., & lopez, e. C. R. (2023). Recent advances in particle characterization †. *Engineering. Proceedings*, 1–8.
- Asita, n., zubair, m. S., & syukri, y. (2023). Formulasi self-nanoemulsifying drug delivery system (snedds) yang memanfaatkan tanaman obat : narrative review. *Jurnal sains farmasi & klinis*, 184–196.

<https://doi.org/10.25077/jsfk.10.2.184-196.2023>

- Asniati, a., rahmalia, w., & sayekti, e. (2024). Antioxidant activity of the ethyl acetate fraction of the seed of kesumba (*bixa orellana* l.), ethyl-acetate of the turmeric fraction (*curcuma longa* l.), and its combination. *Jurnal ilmiah farmasi (scientific journal of pharmacy)*, 20(1), 15–30.
- Astuti, d. P., husni, p., & hartono, k. (2023). Formulasi dan uji stabilitas fisik sediaan gel antiseptik tangan minyak atsiri bunga lavender (*lavandula angustifolia* miller). *Farmaka*, 15(1), 176–184.
- Athiyyah, w., soeratri, w., rosita, n., & hamdan, s. H. (2025). Optimization using d-optimal design of nanostructured lipid carrier (nlc) with variation of surfactants and co-surfactant. *Jurnal farmasi dan ilmu kefarmasian indonesia*, 12(1), 1–14. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v12i12025.1-14>
- Ayuandari, n. P. (2024). *Autentikasi minyak bunga lavender (lavandula angustifolia mill.) Dengan pemalsu minyak sawit dan linalool menggunakan metode spektroskopi ftir yang dikombinasikan dengan kemometrika*. Universitas muhammadiyah purwokerto.
- Azizah, s. R., qotrunnada, n., suraya, s. V., ferdiansyah, h. Y., & dwi, e. (2022). Kajian pustaka pemanfaatan essential oils sebagai aromaterapi dalam perawatan kulit prodi s1 farmasi , fakultas ilmu kesehatan , universitas muhammadiyah lamongan , jawa timur , indonesia. *Jurnal farmasi dan kesehatan*, 11(1), 62–77.
- Bagus, a. P. (2024). Pola pikir, variabel dan hubungan variabel. *Jurnal pendidikan dan pengajaran*, 2(9), 520–529.
- Bălas, r. A. C., (jigău), o., , diana obistioiu 1,* , a. H. 1 , , mukhtar adeiza suleiman 2, i. P. 1 , , doris floares (oarga) 1, i. M. I. 3, & , alina-georgeta neacs, u 1, laura s, muleac 1, raul pas, calău 1, laura crista 1, cosmin alin popescu 1, i. S. 1 and f. I. (2024). *Analysing the antibacterial synergistic interactions of romanian lavender essential oils via gas chromatography – mass*. 1–23.
- Boujemaa, m., peters, r., & luan, j. (2025). A simple vortex-based method for the generation of high-throughput spherical micro- and nanohydrogels. *International journal of molecular sciences*.
- Bred, m., pokajewicz, k., biało, m., svydenko, l., fedin, r., & hudz, n. (2021). Chemical composition of the essential oil of the new. *Molecules article*.
- Caprari, c., fantasma, f., divino, f., fasano, f., saviano, g., iorizzi, m., & ranalli, g. (2023). Chemical profiles, in vitro antioxidant and antifungal activity of four different *lavandula angustifolia* l. Eos. *Molecules*.
- Caprari, c., fantasma, f., divino, f., ranalli, g., saviano, g., bucci, a., iorizzi, m., & naclerio, g. (2021). Chemical profile, in vitro biological activity and comparison of essential oils from fresh and dried flowers of *lavandula angustifolia* l. *Molecules*, 26(5317).
- Caroline, i. R., farmasi, s., & singaperbangsa, u. (2022). Kajian pustaka : efektivitas penggunaan minyak atsiri. *Medfarm: jurnal farmasi dan kesehatan*, 11(2), 263–275.
- Chaurasiya, c., gupta1, j., & kumar, s. (2021). Herbal nanoemulsion in topical drug delivery and skin disorders : green approach. *Journal of reports in pharmaceutical sciences*, 171–181. <https://doi.org/10.4103/jrptps.jrptps>
- Chen, l., liu, y., xu, d., zhang, n., chen, y., yang, j., & sun, l. (2024). Beta-myrcene as a sedative – hypnotic component from lavender essential oil in dl-4-

- chlorophenylalanine-induced- insomnia mice. *Pharmaceuticals article*.
- Dahal, p., bista, g., & dahal, p. (2021). Phytochemical screening , antioxidant , antibacterial , and antidandruff activities of leaf extract of artemisia indica. *Original article phytochemical*. <https://doi.org/10.4103/jrptps.jrptps>
- Dian eka ermawati m.sc., a., sholichah rohmani, m. S. A., & maya uzia beandrade, m.sc., a. (2023). *Sistem nanoemulsi untuk sediaan kosmetik*.
- Diass, k., merzouki, m., elfazazi, k., azzouzi, h., challioui, a., azzaoui, k., hammouti, b., touzani, r., depeint, f., gotor, a. A., & rhazi, l. (2023). *Essential oil of lavandula officinalis : chemical composition and antibacterial activities*.
- Dwijayanti, a., & kartika, s. (2022). Efek sedatif senyawa linalool dari ekstraksi biji ketumbar sebagai pengobatan alternatif non-farmakologi. *Jurnal integrasi proses*, 11(1), 16–20.
- Estim, m. L., schindler, m., shahidzadeh, n., & bonn, d. (2024). *Droplet size distribution in emulsions*. <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.3c02463>
- Fadel, b. A., elwakil, b. H., fawzy, e. E., shaaban, m. M., & andzakiaa.olama1. (2023). Nanoemulsion of lavandula angustifolia essential oil / gold. *Molecules*.
- Fahizan, h. Z., amani, h., hamid, a., & som, a. (2025). The effects of the mixing method on the formation and stability of oil - in - water (o / w) emulsions. *Malaysian journal of analytical sciences*, 29(2), 1–9.
- Fazio, r. De, oppedisano, f., caioni, g., tilocca, b., piras, c., & britti, d. (2024). *Plants with antimicrobial activity against escherichia coli , a meta-analysis for green veterinary pharmacology applications*.
- Febrianto, y., & dwiningsih, a. (2020). Formulasi sediaan masker peel off ekstrak etanol daun matoa (pometia pinnata j.r. forst & g. Forst) dengan variasi konsentrasi pva sebagai gelling agent. *Jurnal farmasi & sains indonesia*, 3(1), 1–5.
- Fernando, l., gushiken, s., beserra, f. P., hussni, m. F., gonzaga, m. T., ribeiro, v. P., souza, p. F. De, costa, j., campos, l., nader, t., massaro, c., hussni, c. A., takahira, r. K., marcato, p. D., bastos, j. K., & pellizzon, c. H. (2022). Beta-caryophyllene as an antioxidant , anti-inflammatory and re-epithelialization activities in a rat skin wound excision model. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2022.
- Fitria, a., hanifah, s., chabib, l., uno, a. M., munawwarah, h., atsil, n., pohara, h. A., weuanggi, d. A., & syukri, y. (2021). Design and characterization of propolis extract loaded self-nano emulsifying drug delivery system as immunostimulant. *Saudi pharmaceutical journal*, 29(6), 625–634. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2021.04.024>
- Fitria, r., seno, d. S. H., priosoeryanto, b. P., najmah, & nurcholis, w. (2022). Cytotoxic activity of volatile compounds in cymbopogon nardus ' essential oils. *Justek : jurnal sains dan teknologi*, 5(2), 90–100.
- Flekka, k. (2024). *Stability and retention of nanoemulsion formulations incorporating lavender essential oil*. 1–17.
- Fu, x., gao, y., yan, w., zhang, z., sarker, s., liu, q., chen, j., & yin, y. (2022). Preparation of eugenol nanoemulsions for antibacterial activities. *Rsc advances*, 12(january), 3180–3190. <https://doi.org/10.1039/d1ra08184e>
- Gedikoğlu, a., & İnci, h. (2024). *Analysis of the chemical composition , antimicrobial , and antioxidant qualities of microwave and supercritical co 2 -extracted lavender essential oils cultivated in a hyperarid*

region of türkiye.

- Gulcin, i. (2025). Antioxidants : a comprehensive review. *Archives of toxicology*, 1893–1997. <https://doi.org/10.1007/s00204-025-03997-2>
- Guowei, xu, y., mengmengxu, xinweishi, wang, j., & liguofeng. (2024). Identification of volatile compounds and terpene synthase (tps) genes reveals zctps02 involved in β -ocimene biosynthesis in zephyranthes candida. *Genes*.
- Habán, m., korczyk-szabó, j., certeková, s., & ražná, and k. (2023). Lavandula species , their bioactive phytochemicals , and their biosynthetic regulation. *International journal of molecular sciences*.
- Hadirama, k., wardana2, r. W., nursa'adah3, e., aceng, ruyani4, & firdaus5, m. L. (2024). Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode dpph (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) terhadap ekstrak daun kunyit (curcuma domestica). *Jurnal pendidikan biologi dan sains*, 7(2), 702–710.
- Hafizah, q., permatasari2*, l., & neneng rachmalia izzatul muchlishah3. (2024). Faktor - faktor yang mempengaruhi aktivitas terhadap bakteri staphylococcus aureus. *Jurnal kesehatan tambusai*, 5, 3829–3836.
- Hainil, s., sammulia, s. F., & adella. (2022). Aktivitas antibakteri staphylococcus aureus dan salmonella thypi ekstrak metanol anggur laut (caulerpa racemosa) antibacterial activity staphylococcus aureus and salmonella typhi sea grapes (caulerpa racemosa) methanol extract. In *jurnal surya medika* (vol. 07, issue 2).
- Hajar, s., rahmah, w., putri, e. M., ressandy, s. S., & hamzah, h. (2021). Jurnal farmasi sains dan praktis potensi ekstrak buah matoa (pometia pinnata) sebagai sumber antioksidan : literatur review potential of matoa fruit extract (pometia pinnata) as antioxidant source. *Jurnal farmasi sains dan praktis*, 7(1), 59–66.
- Handajani, f. (2019). *Oksidan dan antioksidan pada beberapa penyakit dan proses penuaan*.
- Handayani, f. S., nugroho, b. H., & munawiroh, s. Z. (2018). Optimization of low energy nanoemulsion of grape seed oil formulation using d-optimal mixture design (dmd). *Jurnal ilmiah farmasi*, 14(1), 17–34.
- Hareng, l., kolle, s. N., gomes, c., schneider, s., & wahl, m. (2024). Critical assessment of the endocrine potential of linalool and linalyl acetate : proactive testing strategy assessing estrogenic and androgenic activity of lavender oil main components. *Archives of toxicology*, 98(1), 347–361. <https://doi.org/10.1007/s00204-023-03623-z>
- Hartono, t. A., & warditiani, n. K. (2024). Potensi senyawa kimia minyak atsiri lavender sebagai antibakteri terhadap staphylococcus aureus. *Prosiding workshop dan seminar nasional farmasi*, 3.
- Hendrika, y., aulia, z., & mardhiyani, d. (2023). Formulation and characterization of nanoemulsion turmeric oil formulasi dan karakterisasi nanoemulsi turmeric oil. *Jurnal proteksi kesehatan*, 12(2), 156–162.
- Hoch, c. C., petry, j., griesbaum, l., weiser, t., werner, k., ploch, m., verschoor, a., multhoff, g., bashiri, a., & wollenberg, b. (2023). Biomedicine & pharmacotherapy 1 , 8-cineole (eucalyptol): a versatile phytochemical with therapeutic applications across multiple diseases. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 167, 115467. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115467>

- How, y., lim, e. M., kong, i., kee, p., & pui, l. (2024). Sustainable food technology development of carboxymethyl cellulose – chitosan based antibacterial films incorporating a persicaria. *Sustainable food technology*, 2(january), 400–414. <https://doi.org/10.1039/d3fb00183k>
- Hulankova, r. (2024). *Methods for determination of antimicrobial activity of*.
- Islamiyati, r., mugitasari, d. E., nafiah, l. N., & jayanto, i. (2024). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etil asetat daun matoa menggunakan radikal bebas dpsh (difenilpikrilhidrazil). *Pharmakon*, 13, 611–618. <https://doi.org/10.35799/pha.13.2024.55951>
- Jayari, a., donsì, f., & , giovanna ferrari 2, 3 and abderrazak maarouf. (2022). *Nanoencapsulation of thyme essential oils: formulation, characterization, storage stability, and biological activity*.
- Kampa, j., koidis, a., khalil, s., richard, g., julia, a. F., & garcia, r. (2022). Optimisation of the physicochemical stability of extra virgin olive oil - in - water nanoemulsion : processing parameters and stabiliser type. *European food research and technology*, 248(11), 2765–2777. <https://doi.org/10.1007/s00217-022-04088-7>
- Katili, y. I., wewengkang, d. S., & rotinsulu, h. (2020). Uji aktivitas antimikroba dari jamur laut yang berasosiasi dengan organisme laut karang lunak lobophytum sp. Yuni irianty katili 1) , defny s. Wewengkang 1) , henki rotinsulu 1) program studi farmasi fmipa unsrat manado, 95115. *Jurnal farmasi (journal of pharmacy)*, 9(1), 108–115.
- Kristiani, m., ramayani, s. L., yunita, k., & saputri, m. (2019). Formulasi dan uji aktivitas nanoemulsi minyak atsiri daun kemangi (ocimum basilicum l.) Terhadap salmonella typhii. *Jurnal farmasi indonesia*, 16(1), 14–23.
- Kumar, a., kanwar, r., & mehta, s. K. (2025). Next nanotechnology nanoemulsion as an effective delivery vehicle for essential oils : properties , formulation methods , destabilizing mechanisms and applications in agri-food sector. *Next nanotechnology*, 7(july 2024), 100096. <https://doi.org/10.1016/j.nxnano.2024.100096>
- Kusumawardhan, a. R., dwiyanti, s. P., nafisa, s., sofianti, hidayat, zahra5*, a. A., & vriezka mierza6. (2022). Jurnal pendidikan dan konseling. *Jurnal pendidikan dan konseling*, 4, 11746–11755.
- Lal, m., tamang, r., dutta, p., & begum, t. (2025). Phytochemical profiling and in vitro biological activity evaluation of lavandula angustifolia flower essential oil. *Scientific reports* |, 15(28732), 1–10.
- Liana, d., chatwichien, j., & phanumartwiwath, a. (2025). *Enhanced anti-inflammatory and skin barrier repair effects of nanoemulsions supplemented with*. <https://doi.org/10.1021/acsnanoscienceau.4c00053>
- Lima, m. A., carusi, j., rocha, l. De o., & renata valeriano tonon 3 rosiane lopes cunha 4 and amauri rosenthal. (2024). *Physicochemical characterization, rheological properties, and antimicrobial activity of sodium alginate-pink pepper essential oil (ppeo) nanoemulsions*.
- Liu, m., pan, y., feng, m., guo, w., fan, x., feng, l., & huang, j. (2022). Ultrasonics sonochemistry garlic essential oil in water nanoemulsion prepared by high-power ultrasound : properties , stability and its antibacterial mechanism against mrsa isolated from pork. *Ultrasonics sonochemistry*, 90(october), 106201. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106201>

- Maesaroh, k., kurnia, d., & anshori, j. Al. (2018). Perbandingan metode uji aktivitas antioksidan dpvh, frap dan fic terhadap asam askorbat, asam galat dan kuersetin. *Chimica et natura acta*, 6(2), 93–100.
- Magalhães, b. Q., francisco p. Machado 2, 3, paola s. Sanches 2, 3, b. L. 2, & deborah quintanilha falcão 4, natalia von ranke 5, murilo lamim bello 5, carlos rangel rodrigues 5, marcelo guerra santos 6, l. R. 2 and r. X. F. (2022). *Eugenia sulcata (myrtaceae) nanoemulsion enhances the inhibitory activity of the essential oil on p2x7r and inflammatory response in vivo*.
- Maharani, a. P. (2021). Aromaterapi lavender untuk mengatasi insomnia pada remaja. *Jurnal penelitian perawat profesional*, 3, 159–164.
- Maharani, e. D. S., & rejo, s. I. (2024). Pengaruh pemberian aromaterapi lavender essential oil untuk menurunkan skala nyeri post sectio caesarea. *Journal of language and health*, 5(2), 623–634.
- Mahdi, a. A., al-maqtari, q. A., & jalaleldeen khaleel mohammed 3, waleed al-ansi 2, 3, sahibzada muhammad aqeel 4, haiying cui 1, and l. L. (2022). *Nanoencapsulation of mandarin essential oil: fabrication, characterization, and storage stability*.
- Mardhiani, y. D., , deny puriyani a*1, l. F., , deny puriyani a*, l. F., & lresearch. (2022). Astaxanthin nanoemulsion formulation and evaluation yanni. *Indo j pharm*, 3(3).
- Mardiyah, m., haqi, m. A., rahmawati, l. N., azzahra, l. M., purnama, l., sari, khairunisa, l., & lestari, d. (2025). Studi literatur nanoemulsi ekstrak tanaman sebagai penyembuh luka bakar. *Majalah farmasetika*, 10(5), 343–356.
- Mayangsari, f. D., sakti, a. S., & khotimah, k. (2025). The effect of lavender oil concentration on preference and skin irritation of night body lotion containing nanostructured lipid carriers-ubiquinone. *Medical sains : jurnal ilmiah kefarmasian*, 10(3), 311–320.
- Mehrandish, s., & mirzaeei, s. (2022). Design of novel nanoemulsion formulations for topical ocular delivery of itraconazole : development , characterization and in vitro bioassay. *Tabriz university of medical sciences*, 12(1), 93–101. <https://doi.org/10.34172/apb.2022.009>
- Mohammed, n. K., shobirin, a., & hussin, m. (2020). *Characterization of nanoemulsion of nigella sativa oil and its application in ice cream*. January, 2608–2618. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1500>
- Mukaila, y. O., pfukwa, t. M., & fawole, o. A. (2025). South african journal of botany essential oils from south african indigenous plants : extraction techniques , phytochemistry , biological activities and applications. *South african journal of botany*, 180, 774–794. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2025.04.004>
- Mushtaq, a., mohd, s., malik, a. R., gull, a., ramniwas, s., ahmad, g., ercisli, s., alina, r., ullah, r., & bari, a. (2023a). Food chemistry : x recent insights into nanoemulsions : their preparation , properties and applications. *Food chemistry: x*, 18(april), 100684. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100684>
- Mushtaq, a., mohd, s., malik, a. R., gull, a., ramniwas, s., ahmad, g., ercisli, s., alina, r., ullah, r., & bari, a. (2023b). Recent insights into nanoemulsions : their preparation , properties and applications. *Food chemistry: x*, 18(april), 100684. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100684>
- Najafian, s. (2025). Preservation of essential oil quality in endangered ziziphora

- tenuior l . Under different storage conditions. *Scientific reports*, 1–16.
- Nurul, a., setiawan, i., yusa, d., trisna, d., halisa, n., ekawati, o., umi, y., & fanya, z. (2023). Tinjauan artikel : uji mikrobiologi article review : microbiological test. *Jurnal farmasi (journal of pharmacy)*, 12(2), 31–36.
- Osipova, m. (2025). *The advantages of dynamic light sca?ering in nanoparticle research*. 1–6.
- Pasaribu, a. R. (2023). *Uji aktivitas antibakteri ekstrak biji buah melinjo (gnetum gnemon l .) terhadap bakteri staphylococcus aureus*.
- Patil, h., & waghmare, j. (2024). Lavender oil : a comprehensive review of composition and applications. *Asian j. Research chem*, 17(december), 377–386. <https://doi.org/10.52711/0974-4150.2024.00063>
- Petralito, s., garzoli, s., ovidi, e., maschi, v. L., trilli, j., bigi, b., muzio, l. Di, carriero, v. C., casadei, m. A., & paolicelli, p. (2024). Long-term stability of lavandula x intermedia essential oil nanoemulsions : can the addition of the ripening inhibitor impact the biocidal activity of the nanoformulations ? *Pharmaceutics article*.
- Prakash, v., & parida, l. (2023). Results in engineering characterization and rheological behavior of vitamin e nanoemulsions prepared by phase inversion composition technique. *Results in engineering*, 18(may), 101175. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101175>
- Pratiwi, a., & yunus, m. (2025). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun pepaya (carica papaya l .) Dengan metode dpfh. *Jurnal ilmu kedokteran dan kesehatan indonesia*, 5.
- Pratiwi, r. A., bayu, a., & nandiyanto, d. (2022). How to read and interpret uv-vis spectrophotometric results in determining the structure of chemical compounds. *1 indonesian journal of educational research and technology*, 2(1), 1–20.
- Purba, l., haloho, d., & sihite, r. (2025). Ekstraksi minyak atsiri dari tanaman sereh dengan menggunakan. *Jurnal pendidikan tambusai*, 9, 3793–3798.
- Putri, n. S., limanan2*, d., yulianti3, e., & fransferdinal. (2024). Perbandingan uji kapasitas total antioksidan ekstrak daun kelor coresponden author : david limanan. *Jurnal sehat indonesia*, 6(2), 869–877.
- Rafi, a., berlian, s., elviantari, a., agus, i. P., & wibawa, h. (2023). Penyulingan minyak atsiri dari tumbuhan kalistemon kebun raya “ eka karya ” bali dengan menggunakan metode uap air. *Biomars journal of life science and technology*, 1(1), 36–41.
- Rahman, m., kotturi, h., nikfarjam, s., bhargava, k., & ahsan, n. (2024). Antimicrobial activity of polycaprolactone nanofiber coated with lavender and neem oil nanoemulsions against airborne bacteria. *Membranes*.
- Rapper, s. De, viljoen, a., & vuuren, s. Van. (2016). The in vitro antimicrobial effects of lavandula angustifolia essential oil in combination with conventional antimicrobial agents. *Hindawi publishing corporation*, 2016, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2016/2752739>
- Rathore, s., & kumar, r. (2022). Essential oil content and compositional variability of lavandula species cultivated in the mid hill conditions of the. *Molecules article*.
- 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. *Jurnal mitra kesehatan (jmk)*, 04(2016), 80–91. <https://doi.org/10.47522/jmk.v4i2.134>
- Roberts, m., steam, u., wainer, j., thomas, a., chimhau, t., & harding, k. G. (2022). Extraction of essential oils from *lavandula × intermedia*. *Plants*.
- Rosmiarti, & nursaleha. (2024). Efektivitas aromaterapi lavender untuk meredakan nyeri persalinan kala i fase aktif pada ny. “a”: studi kasus asuhan kebidanan. *Jurnal inspirasi kesehatan*, 2(2), 186–193.
- Safitri, j., harlita, t. D., kusumawati, n., & aina, g. Q. (2025). Aktivitas antibakteri fraksi etanol kombinasi keji beling dan binahong terhadap bakteri gram negatif dan gram positif penyebab ulkus diabetikum. *Jurnal analis kesehatan klinikal sains*, 13(2), 584–593.
- Salsabila, h., indahwati, l., kusumaningtyas, & dian. (2022). Literature review: efektivitas aromaterapi lavender (*lavandula angustifolia*) terhadap penurunan intensitas nyeri menstruasi. *Journal of issues in midwifery literature*, 76–87. <https://doi.org/10.21776/ub.joim.2022.006.02.2>
- Santos, r. D. Dos, 2, , breno noronha matos 2, d. O. F. 1, , franklyn santos da silva 1, 2, bruno alcântara do prado 1, 2, karolina oliveira gomes 1, m. O. De a. 1, 1, c. A. B., 1, l. F. S. R., 1, i. C. R. Da s., , lívia cristina lira de sá barreto 1, 2, 3, c. A. G. Da c., 3, m. M. De m., & 1, g. M. G. 2 and d. C. O. (2025). *Chemical characterization and antimicrobial activity of essential oils and nanoemulsions of eugenia uniflora and psidium guajava*. 1–22.
- Sari, n. M., setyabudi, l. S. W., yasiroh, h. H., sani, nawang, i., & puspitawati. (2023). Jurnal pengabdian masyarakat (enviroation) pemanfaatan bunga mawar (rosa sp .) Sebagai minyak atsiri. *Jurnal pengabdian masyarakat (enviroation)*, 2, 10–14.
- Seko, m., sabuna, a. C., & ngginak, j. (2021). Ajeran leaves ethanol extract (*bidens pilosa* l) as an antibacterial *staphylococcus aureus*. *Jurnal biosains*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.24114/jbio.v7i1.22671>
- Septiani, l. E., atmodjo, p. K., & sidharta, b. B. R. (2024). Kandungan metabolit dan aktivitas antibakteri minyak atsiri daun sirih hijau (*piper betle* l .) Dan sirih merah (*piper crocatum*) terhadap *pseudomonas aeruginosa* dan *staphylococcus aureus*. *Prosiding senapas*, 2(1).
- Shari, a., & humaira, a. P. (2025). *Identifikasi bakteri staphylococcus aureus pada*. 5(4), 718–728.
- Siddiqui, t., umar, m., sharma, v., & gupta, k. (2024). Phytomedicine plus terpenoids in essential oils : chemistry , classification , and potential impact on human health and industry. *Phytomedicine plus*, 4(2), 100549. <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2024.100549>
- Silva, g. L. D. A., luft, c., lunardelli, a., & amaral, r. H. (2015). Antioxidant , analgesic and anti-inflammatory effects of lavender essential oil. *Anais da academia brasileira de ciências*, 87, 1397–1408.
- Singh, i. R., & pulikkal, a. K. (2022). Preparation , stability and biological activity of essential oil-based nano emulsions : a comprehensive review. *Opennano*, 8(august), 100066. <https://doi.org/10.1016/j.onano.2022.100066>
- Somala, n., laosinwattana, c., & teerarak, m. (2022). Formulation process , physical stability and herbicidal activities of *cymbopogon nardus* essential oil - based nanoemulsion. *Scientific reports*, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14591-2>

- Sousa, I. R. D., , maria luiza da costa santos 1, larissa silva sampaio 1, 2, c. G. F. 3, mérine lauriane loïce guigueno 3, kátia michelle freitas 4, miriam teresa paz lopes 4, gabriela cristina ferreira mota 5, v. M. R. Dos s. 5, 6, j. B. S., , tatiane roquete amparo 2, 7, 8, p. M. De a. V., & , orlando david henrique dos santos 1, 2,* and gustavo henrique bianco de souza 1, 2. (2024). *Nanoemulsified essential oil of melaleuca leucadendron leaves for topical application : in vitro photoprotective , antioxidant and anti-melanoma activities*.
- Stamova, s., ermenlieva, n., & tsankova, g. (2025). *Antimicrobial activity of lavender essential oil from lavandula angustifolia mill .: in vitro and in silico evaluation*. 1–19.
- Su, r., guo, p., zhang, z., wang, j., guo, x., guo, d., wang, y., & lü, x. (2022). *Antibacterial activity and mechanism of linalool against shigella sonnei and its application in lettuce*.
- Subekti, i., sujono, t. A., & suhendi, a. (2025). Antioxidant activity of dpph and abts methods , from jackfruit leaf extract and fraction (artocarpus heterophyllus) with elisa reader. *Pharmacon: jurnal farmasi indonesia*, 22, 27–34. <https://doi.org/10.23917/pharmaconv22i1.10546>
- Suhesti, t. S., & muslimah, a. (2025). Nanoemulsion of nagasari (mesua ferrea l .) Leaf and its activity againts staphylococcus aureus nanoemulsi ekstrak daun nagasari (mesua ferrea l .) Dan aktivitasnya terhadap s . Aureus. *Indonesian journal of pharmaceutical science and technology vol.*, 12(2), 137–143.
- Sulistiyani, m., mahatmanti, w., huda, n., & prasetyo, r. (2024). Optimization of microplate type uv-vis spectrophotometer performance as an antioxidant activity testing instrument. *Indonesian journal of chemical science*, 13(1).
- Susianti, o. M., & srifariyati. (2024). Perumusan variabel dan indikator dalam penelitian kuantitatif kependidikan. *Jurnal pendidikan rokania*, 9, 18–30.
- Thalappil, m. A., sahuo, s. K., prati, a. C. De, butturini, e., & mariotto, s. (2024). Essential oils and their nanoformulations for breast cancer therapy. *Wiley, july 2023*, 556–591. <https://doi.org/10.1002/ptr.8054>
- Triastuti, w. E., agustiani, e., citra, a., elok, o., fitria, y. D., fauziyah, h., rahma, s., al, a., rudianto, a., amalia, f., & damayanti, a. (2023). *Analisa kandungan logam berat krom pada air sumur menggunakan spektrofotometri*. 1–5.
- Vidiyastutik, e. D., nazilah, v. R., jannah, a. H., mustofa4, a., & hidayat, i. (2024). Inovasi pengolahan serai menjadi minyak atsiri bernilai ekonomi tinggi melalui metode destilasi uap sederhana. *Jurnal abdi panca marga*, 5(2), 223–231.
- Waglewska, e. (2021). *Biodegradable amphoteric surfactants in titration-ultrasound formulation of oil-in-water nanoemulsions : rational design , development , and kinetic stability*.
- Wibowo, t. S., larasaty, h., & nawawi, i. (2025). Dari tetesan murni ke penyembuhan : penyulingan minyak atsiri dan aplikasi pengobatan. *Easta journal of innovative community services*, 3(03), 154–166. <https://doi.org/10.58812/ejincs.v3i03>
- Widyaningrum, i., triyoga, e. F., & wibisono, n. (2023). Type of cosurfactant effects on particle size in nanoemulsion drug delivery systems. *East asian journal of multidisciplinary research (eajmr)*, 2(9), 3811–3820.
- Wilson, r. J., li, y., yang, g., & zhao, c. (2022). Particuology nanoemulsions for drug delivery. *Particuology*, 64, 85–97.

<https://doi.org/10.1016/j.partic.2021.05.009>

- Windy, y. M., dilla, k. N., claudia, j., noval, & hakim, a. R. (2022). Karakterisasi dan formulasi nanopartikel ekstrak tanaman bundung (*actinoscirpus grossus*) dengan variasi konsentrasi basis kitosan dan na-tpg menggunakan metode gelasi ionik characterization and formulation of nanoparticles extract of bundung plant (act. *Jurnal surya medika*, 8(3), 25–29.
- Wirasti, rahmatullah, slamet, permadi, y. W., nur, s., & agmarina. (2021). Pengujian karakter nanopartikel metode gelasi ionik ekstrak dan tablet daun afrika (*vernonia* testing of nanoparticle ionic gelation method of extract and tablet of afrika leat (*vernonia amygdalina* del .). *Jurnal wiyata*, 147–151.
- Wirdana, w. M., ganda, a. N. F., sakti, a. M., & puspitasari, d. (2025). Analisis pengaruh variasi kecepatan putar ball mill machine terhadap karakteristik ukuran partikel material karbon. *Ring mechanical engineering (ring me)*, 5(2), 101–112.
- Wulandari, a. N., putri, d. A., mawarni, i., laksono, b. A., nurjanah, s., indra, i., jaya, k., perdana, a. D., nurathifa, d., putri, w. A., & putri, b. (2024). Pengujian zona inhibisi difusi cakram ekstrak rumput laut merah (*eucheuma cottonii*) sebagai antibakteri terhadap streptococcus mutans disk diffusion assay of red seaweed (*eucheuma cottonii*) extract as an antibacterial agent against streptococcus mutan. *Journal of aquatropica asia*, 9.
- Xu, f., , yucong shi 3,†, bin li 3, chengmei liu 3, yanjun zhang 1, 2, * and junzhen zhong 3, & 1. (2024). Characterization, stability and antioxidant activity of vanilla nano-emulsion and its complex essential oil. *Mdpi*.
- Yuan, b. (2024). Separation of geraniol from lavender essential oil using steam distillation. *Journal of chromatography & separation techniques*, 15(1000552), 1000552. <https://doi.org/10.35248/2161-0940.24.15.552>
- Yue, q., song, x., yang, y., qin, j., li, y., wang, x., & lin, j. (2026). *The effect of different particle size distribution on the quality of rice flour*.
- Yukuyama, m. N., ghisleni, d. D. M., & pinto, t. J. A. (2026). Nanoemulsion : process selection and application in cosmetics – a review. *International journal of cosmetic science*, 13–24. <https://doi.org/10.1111/ics.12260>
- Yulyana, a., hutomo, s. A., & sholikhah, m. (2024). Formulasi antioksidan minyak daun lemo (*litsea cubeba* pers .) Dengan oleum olivarum sebagai pelarut jurnal ilmiah kesehatan. *Jurnal ilmiah kesehatan*, 17(1), 69–80.
- Yusuf, d. S., wardani, t. S., & rahmatillah, a. (2025). Formulasi dan uji antioksidan sediaan toner ekstrak dentata) daun perancis (*lavandula dpph*. *Jurnal kesehatan tambusai*, 6(september), 13791–13802.
- Zubaydah, w. O. S., indalifiany, a., yamin, suryani, munasari, d., muhammad, sahumena, h., & jannah, s. R. N. (2023). Formulasi dan karakterisasi nanoemulsi ekstrak etanol buah wualae (*etlingera elatior* (jack) r.m. smith). *Jurnal ilmu kefarmasian (ljk)*, 1(1), 22–37. <https://doi.org/10.33772/lansau.v1i1.4>
- Zulfa, a. (2020). *Formulasi dan evaluasi sediaan nanoemulsi topikal minyak atsiri sereh wangi (cymbopogon nardus l.) Yang berpotensi sebagai antiaging*. Universitas islam indonesia.