

FORMULASI DAN EVALUASI SEDIAAN NANOGEL EKSTRAK DAUN MANGROVE (*Avicennia alba*) SEBAGAI ANTIBAKTERI TERHADAP *Staphylococcus aureus*

Cindi Mealza Putri¹, Nurwani Purnama Aji², Dewi Winni Fauziah³, Devi Novia⁴

¹Program Studi S1 Farmasi Klinis dan Komunitas, Sekolah Tinggi Kesehatan Al-Fatah Bengkulu

^{2,3,4}Sekolah Tinggi Kesehatan Al-Fatah Bengkulu

E-mail: cp818208@gmail.com

Abstrak

Daun mangrove (*Avicennia alba* Blume) mengandung metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan memformulasikan ekstrak daun mangrove dalam sediaan nanogel serta mengevaluasi karakteristik fisik dan aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus*. Ekstrak diperoleh melalui maserasi menggunakan etanol 96%, kemudian diformulasikan dalam nanoemulsi dengan konsentrasi ekstrak 4%, 6%, dan 8% dan didispersikan ke dalam basis nanogel. Formula terdiri atas F0 (tanpa ekstrak), F1 (4%), F2 (6%), dan F3 (8%). Evaluasi meliputi organoleptik, homogenitas, daya sebar, daya lekat, pH, viskositas, ukuran partikel, indeks polidispersitas, serta aktivitas antibakteri dengan metode difusi sumuran. Rendemen ekstrak yang diperoleh sebesar 14,85% dengan hasil skrining fitokimia menunjukkan adanya alkaloid, flavonoid, dan tanin. Ukuran partikel nanoemulsi F1, F2, dan F3 berturut-turut sebesar 339; 181,4; dan 12,94 nm, dengan nilai indeks polidispersitas 0,5117; 0,772; dan 0,793. Seluruh formula menunjukkan karakteristik organoleptik dan homogenitas yang baik. Aktivitas antibakteri menunjukkan diameter zona hambat F1, F2, dan F3 berturut-turut sebesar 0,18; 1,65; dan 2,17 mm, sedangkan kontrol positif klindamisin sebesar 18,93 mm. F3 menghasilkan zona hambat terbesar dibandingkan formula lainnya. Dengan demikian, ekstrak daun mangrove (*Avicennia alba* Blume) dapat diformulasikan menjadi nanogel dan menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak.

Kata Kunci: *Avicennia alba*, nanogel, antibakteri, *Staphylococcus aureus*, nanoemulsi

Article history

Received: September 2026

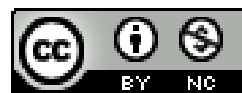
Reviewed: September 2026

Published: September 2026

Plagiarism checker no 234.8576

Copyright : Author

Publish by : Nutricia



This work is licensed under a [creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

PENDAHULUAN

Infeksi kulit merupakan salah satu gangguan yang dapat disebabkan oleh mikroorganisme patogen. Salah satu bakteri yang sering berperan dalam infeksi kulit adalah *Staphylococcus aureus*. Infeksi yang disebabkan oleh bakteri tersebut dapat ditandai dengan peradangan, kemerahan, nyeri, pembentukan nanah, serta munculnya benjolan atau luka pada kulit.

Penggunaan antibiotik sintesis yang tidak tepat dan berlebihan menjadi salah satu perhatian dalam penanganan infeksi bakteri karena dapat meningkatkan risiko resistensi serta menimbulkan efek yang tidak diinginkan. Salah satu pendekatan yang dapat dikembangkan adalah pemanfaatan bahan alam yang memiliki potensi antibakteri dan diformulasikan dalam bentuk sediaan topikal.

Nanogel merupakan salah satu sistem penghantaran topikal yang menggabungkan sistem nanoemulsi dengan matriks gel. Ukuran partikel yang kecil pada sistem nano diharapkan dapat mendukung distribusi zat aktif, sedangkan basis gel memberikan karakteristik semipadat yang sesuai untuk penggunaan topikal. Oleh karena itu, nanogel dapat menjadi salah satu bentuk sediaan yang dikembangkan untuk membawa bahan aktif dari tanaman.

Mangrove (*Avicennia alba*) merupakan tanaman yang banyak ditemukan di wilayah pesisir. Selain memiliki fungsi ekologis, daun *Avicennia alba* diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder yang berpotensi memberikan aktivitas farmakologis. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan adanya kandungan metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, dan tanin pada daun mangrove.

Berdasarkan potensi tersebut, ekstrak daun *Avicennia alba* dapat dikembangkan menjadi sediaan topikal. Penelitian ini dilakukan untuk memformulasikan ekstrak daun mangrove menjadi nanogel serta mengevaluasi karakteristik fisik dan aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus*.

METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang meliputi pembuatan ekstrak daun mangrove, formulasi nanoemulsi, pembuatan nanogel, evaluasi karakteristik fisik sediaan, serta pengujian aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi daun mangrove (*Avicennia alba*), etanol 96%, Tween 80, PEG 400, Carbopol 940, propilen glikol, trietanolamin (TEA), metil paraben, aquadest, media Mueller Hinton Agar (MHA), bakteri *Staphylococcus aureus*, serta gel klindamisin sebagai kontrol positif.

Peralatan yang digunakan meliputi peralatan ekstraksi dan pembuatan sediaan, rotary evaporator, waterbath, magnetic stirrer, Particel Size Analyzer (PSA), Brookfield RV Viscometer, inkubator, autoklaf, serta peralatan laboratorium lainnya.

2.3 Pembuatan Simplisia dan Ekstrak

Daun mangrove dikumpulkan dan dilakukan sortasi basah, pencucian, perajangan, pengeringan, sortasi kering, dan penyimpanan. Simplisia kemudian diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan etanol 96%.

Sebanyak 500 gram simplisia kering diekstraksi menggunakan etanol 96%. Maserasi dilakukan selama 3 × 24 jam dan dilanjutkan dengan remaserasi selama 2 × 24 jam. Maserat yang diperoleh disaring dan dipekatkan menggunakan rotary evaporator, kemudian diuapkan kembali menggunakan waterbath hingga diperoleh ekstrak kental.

2.4 Skrining Fitokimia

Identifikasi metabolit sekunder dilakukan terhadap alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, serta steroid/triterpenoid menggunakan pereaksi yang sesuai.

2.5 Formulasi Nanoemulsi

Nanoemulsi dibuat dengan variasi konsentrasi ekstrak 0%, 4%, 6%, dan 8%. Tween 80 digunakan sebesar 17% dan PEG 400 sebesar 9%, kemudian aquadest ditambahkan hingga volume 100 mL.

Formula F0 merupakan nanoemulsi tanpa ekstrak, F1 mengandung ekstrak 4%, F2 mengandung ekstrak 6%, dan F3 mengandung ekstrak 8%.

2.6 Formulasi Nanogel

Nanogel dibuat menggunakan Carbopol 940 sebanyak 1,5%, propilen glikol 5%, metil paraben 0,2%, TEA secukupnya, serta aquadest hingga 100 mL. Pada F1, F2, dan F3 ditambahkan

masing-masing 25 mL nanoemulsi ekstrak sesuai konsentrasi formula.

2.7 Evaluasi Sediaan

Evaluasi sediaan nanogel meliputi:

1. Organoleptik, meliputi warna, bau, dan bentuk sediaan.
2. Homogenitas, dengan mengamati keseragaman sediaan.
3. Daya sebar, dengan mengukur diameter penyebaran sediaan.
4. Daya lekat, dengan mengukur waktu yang diperlukan sediaan untuk terlepas dari permukaan uji.
5. pH, menggunakan alat pengukur pH.
6. Viskositas, menggunakan Brookfield RV Viscometer.
7. Ukuran partikel dan indeks polidispersitas, menggunakan Particel Size Analyzer.

Pengamatan karakteristik fisik nanogel dilakukan selama empat minggu.

2.8 Uji Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri diuji menggunakan metode difusi sumuran terhadap *Staphylococcus aureus*. Media Mueller Hinton Agar digunakan sebagai media uji. Suspensi bakteri disesuaikan dengan standar McFarland 0,5, kemudian diinokulasikan pada media. Sediaan dimasukkan ke dalam sumuran dan diinkubasi selama 24 jam. Diameter zona hambat yang terbentuk kemudian diukur menggunakan jangka sorong.

Kontrol negatif berupa basis nanogel tanpa ekstrak, sedangkan kontrol positif menggunakan gel klindamisin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Ekstraksi

Ekstraksi 500 gram simplisia daun mangrove menghasilkan 74,28 gram ekstrak dengan rendemen sebesar 14,85%. Ekstrak yang diperoleh berbentuk kental, berwarna hijau pekat, berbau khas, dan memiliki rasa pahit.

Hasil parameter nonspesifik menunjukkan bobot jenis ekstrak sebesar 1,2875 g/mL, susut pengeringan sebesar 0,26%, kadar air sebesar 27,97%, dan kadar abu sebesar 16,28%. Parameter spesifik menunjukkan kadar sari larut air sebesar 11,75% dan kadar sari larut etanol sebesar 16,65%.

b. Hasil Skrining Fitokimia

Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun *Avicennia alba* positif mengandung alkaloid, flavonoid, dan tanin. Sementara itu, saponin serta steroid/triterpenoid tidak terdeteksi.

Adanya metabolit sekunder tersebut diduga berperan terhadap aktivitas antibakteri ekstrak. Flavonoid dapat berperan dalam mengganggu fungsi membran dan komponen sel bakteri, sedangkan tanin dapat berinteraksi dengan protein sehingga mengganggu struktur dan fungsi sel bakteri. Alkaloid juga diketahui memiliki potensi aktivitas antibakteri melalui interaksi dengan komponen sel mikroorganisme.

c. Hasil Uji Karakteristik Nanoemulsi

Nanoemulsi dibuat menggunakan Tween 80 sebagai surfaktan dan PEG 400 sebagai kosurfaktan. Hasil pengukuran menggunakan PSA menunjukkan ukuran partikel dan indeks polidispersitas sebagai berikut:

Formula	Konsentrasi Ekstrak	Ukuran Partikel	PDI
F1	4%	339 nm	0,5117
F2	6%	181,64 nm	0,772
F3	8%	12,94 nm	0,793

F1 memiliki ukuran partikel 339 nm, F2 sebesar 181,4 nm, sedangkan F3 sebesar 12,94 nm. Nilai PDI masing-masing formula menunjukkan adanya distribusi ukuran partikel yang masih cukup beragam. Perbedaan karakteristik tersebut dapat dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak

dan proses pembuatan nanoemulsi.

d. Evaluasi Organoleptik dan Homogenitas Nanogel

F0 menghasilkan sediaan berwarna bening dengan bau khas basis gel dan bentuk semisolid. F1 berwarna hijau muda kecoklatan, sedangkan F2 dan F3 berwarna hijau kecoklatan dengan intensitas warna yang lebih pekat pada konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi.

Seluruh formula memiliki bentuk semisolid dan menunjukkan homogenitas yang baik. Tidak ditemukan adanya pemisahan atau partikel kasar yang menunjukkan ketidakseragaman sediaan.

e. Uji Daya Sebar

Formula	Waktu				Rata-rata
	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	
F0	5,30 cm	5,00 cm	5,30 cm	4,70 cm	5,08 cm
F1	5,80 cm	4,70 cm	5,10 cm	5,00 cm	5,15 cm
F2	5,20 cm	4,90 cm	5,00 cm	4,90 cm	5,00 cm
F3	5,30 cm	5,00 cm	4,90 cm	5,00 cm	5,05 cm

Rata-rata daya sebar F0, F1, F2, dan F3 masing-masing adalah 5,08; 5,15; 5,00; dan 5,05 cm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki kemampuan menyebar yang relatif seragam. Variasi konsentrasi ekstrak tidak menunjukkan perbedaan besar terhadap daya sebar. Karakteristik daya sebar penting karena berhubungan dengan kemudahan aplikasi sediaan pada permukaan kulit.

f. Uji Daya Lekat

Formula	Waktu				Rata-rata
	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	
F0	3,20 dtk	5,47 dtk	2,86 dtk	2,97 dtk	3,70 dtk
F1	1,43 dtk	2,34 dtk	2,13 dtk	2,21 dtk	2,03 dtk
F2	1,28 dtk	2,52 dtk	2,37 dtk	2,59 dtk	2,19 dtk
F3	1,01 dtk	1,33 dtk	1,14 dtk	2,07 dtk	1,39 dtk

Rata-rata daya lekat F0, F1, F2, dan F3 masing-masing sebesar 3,70; 2,03; 2,19; dan 1,39 detik. Formula F3 memiliki waktu daya lekat paling rendah dibandingkan formula lainnya. Perbedaan daya lekat dapat dipengaruhi oleh interaksi nanoemulsi dengan Carbopol 940 serta perubahan konsistensi dan viskositas sediaan. Meskipun terdapat perbedaan antarformula, seluruh sediaan menunjukkan kemampuan melekat pada permukaan.

g. Uji pH

Formula	Waktu				Rata-rata
	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	
F0	4,32	4,01	7,30	7,43	5,77
F1	4,98	4,04	6,61	6,82	5,61
F2	4,75	5,02	6,97	7,44	6,05
F3	4,85	5,17	6,82	8,01	6,21

Rata-rata pH selama pengamatan untuk F0, F1, F2, dan F3 berturut-turut adalah 5,77; 5,61; 6,05; dan 6,21. Pada minggu pertama dan kedua, pH seluruh formula berada pada kisaran 4,01-5,17. Pada minggu ketiga dan keempat terjadi peningkatan pH. Nilai tertinggi ditemukan pada F3 minggu keempat yaitu 8,01.

Peningkatan pH selama penyimpanan diduga berkaitan dengan proses ionisasi dan pengembangan Carbopol 940 setelah dinetralkan menggunakan TEA, serta kemungkinan interaksi komponen ekstrak dengan bahan penyusun sediaan. Selain itu, faktor penyimpanan dan interaksi antara nanoemulsi dengan basis gel dapat memengaruhi perubahan pH.

Secara rata-rata, pH formula masih berada pada kisaran yang sesuai untuk sediaan topikal. Namun, nilai F3 pada minggu keempat menunjukkan perlunya optimasi lebih lanjut

terhadap penggunaan TEA dan kondisi penyimpanan.

h. Uji Viskositas

Formula	Waktu				Rata-rata
	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	
F0	9.800 cP	12.800 cP	9.800 cP	13.200 cP	11.400 cP
F1	8.600 cP	13.000 cP	12.400 cP	13.000 cP	11.750 cP
F2	8.600 cP	9.200 cP	9.400 cP	9.000 cP	9.050 cP
F3	7.600 cP	9.200 cP	8.000 cP	11.400 cP	9.050 cP

Rata-rata viskositas F0, F1, F2, dan F3 masing-masing sebesar 11.400, 11.750, 9.050, dan 9.050 cP. Seluruh formula berada pada rentang viskositas yang dapat diterima untuk sediaan gel berdasarkan acuan yang digunakan dalam penelitian. Perubahan viskositas selama penyimpanan diduga dipengaruhi oleh proses hidrasi dan pengembangan Carbopol 940 serta interaksi antara komponen nanoemulsi dengan jaringan polimer.

Viskositas juga dapat memengaruhi daya sebar dan daya lekat sediaan. Sediaan dengan viskositas yang sesuai diharapkan dapat diaplikasikan dengan mudah sekaligus mempertahankan sediaan pada permukaan kulit.

i. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri

Hasil uji aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* menunjukkan adanya perbedaan diameter zona hambat antarformula.

Perlakuan	Rata-rata Zona Hambat
Kontrol Negatif (-)	0,00 mm
Kontrol Positif (+)	18,93 mm
F0	0,00 mm
F1	0,18 mm
F2	1,65 mm
F3	2,17 mm

Kontrol negatif tidak menghasilkan zona hambat sehingga basis nanogel tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Kontrol positif berupa gel klindamisin menghasilkan zona hambat rata-rata 18,93 mm.

Formula F1 dengan konsentrasi ekstrak 4% menghasilkan zona hambat sebesar 0,18 mm. Peningkatan konsentrasi menjadi 6% pada F2 meningkatkan zona hambat menjadi 1,55 mm, sedangkan F3 dengan konsentrasi ekstrak 8% menghasilkan zona hambat terbesar, yaitu 2,17 mm.

Berdasarkan kategori daya hambat yang digunakan dalam penelitian, seluruh formula ekstrak berada dalam kategori lemah karena diameter zona hambat masih ≤ 5 mm. Meskipun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan aktivitas antibakteri seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak.

Aktivitas antibakteri tersebut diduga berkaitan dengan keberadaan alkaloid, flavonoid, dan tanin dalam ekstrak daun mangrove. Namun, rendahnya diameter zona hambat dapat dipengaruhi oleh karakteristik sistem nanogel dan kemampuan zat aktif untuk dilepaskan serta berdifusi ke dalam media agar.

Perbedaan hasil dengan penelitian sebelumnya juga dapat dipengaruhi oleh perbedaan bentuk sediaan. Pada penelitian sebelumnya yang menggunakan basis salep, aktivitas antibakteri yang dihasilkan lebih besar. Sementara itu, penelitian ini menggunakan basis nanogel dengan Carbopol 940 yang dapat memengaruhi pelepasan dan difusi senyawa aktif ke media pengujian.

KESIMPULAN

Ekstrak daun mangrove (*Avicennia alba*) berhasil diformulasikan menjadi sediaan nanogel dengan variasi konsentrasi ekstrak 4%, 6%, dan 8%. Sediaan yang dihasilkan memiliki

karakteristik organoleptik dan homogenitas yang baik serta menunjukkan karakteristik daya sebar, daya lekat, pH, dan viskositas yang secara umum dapat diterima sebagai sediaan topikal.

Ekstrak daun mangrove mengandung alkaloid, flavonoid, dan tanin. Hasil uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa formula F1, F2, dan F3 mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, dengan diameter zona hambat masing-masing 0,18; 1,55; dan 2,17 mm. Formula F3 dengan konsentrasi ekstrak 8% menghasilkan zona hambat terbesar. Meskipun demikian, aktivitas antibakteri seluruh formula ekstrak masih berada dalam kategori lemah berdasarkan kriteria yang digunakan.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan melakukan optimasi formula nanogel, terutama komposisi basis gel, jenis dan konsentrasi surfaktan, serta bahan penstabil atau pengawet untuk meningkatkan stabilitas sediaan.

Proses pembuatan nanoemulsi juga perlu dilakukan dengan kondisi yang lebih seragam, termasuk kecepatan dan lama pengadukan serta waktu pembuatan setiap formula. Karakterisasi nanoemulsi dapat dilengkapi dengan pengujian zeta potensial dan pelepasan zat aktif.

Selain itu, penelitian lanjutan dapat menggunakan variasi konsentrasi ekstrak yang lebih luas, menguji aktivitas terhadap bakteri patogen lain, serta melakukan pengujian keamanan seperti uji iritasi dan uji efektivitas secara *in vivo*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, D., Shirly, K., & Indrawati, T. (2022). Uji efektivitas gel antijerawat ekstrak daun sirsak (*Annona muricata* L.) dan ekstrak herba meniran (*Phyllanthus niruri* L.). *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia*, 19(1), 88-97.
- Aulya, F., Wikantyasning, E. R., & Rahmawati, J. (2025). Optimasi formulasi sediaan nanoemulgel minyak nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) sebagai anti jerawat dengan uji antibakteri secara *in vitro*. *Usadha Journal of Pharmacy*, 4(4), 433-448.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. (2016). Methods for *in vitro* evaluating antimicrobial activity. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71-79.
- Basyuni, M., Illian, D. N., Istiqomah, M. A., Sari, D. P., Nuryawan, A., Hasibuan, P. A. Z., Sumaiyah, & Siregar, E. S. (2019). Prominent secondary metabolites from selected genus of *Avicennia* leaves. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 7(22), 3765-3768.
- Brunton, L. L., Hilal-Dandan, R., & Knollmann, B. C. (2018). *Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics* (13th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1985). *Cara Pembuatan Simplisia*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2000). *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
- Edityaningrum, C. A., Oktafiani, A. T., & Widiyastuti, L. (2022). Formulasi dan evaluasi gel nanopartikel perak. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 9(3), 220-230.
- Edy, H. J., Parwanto, E., Sudewi, S., & Hariyanto, Y. A. (2024). Standarisasi ekstrak mangrove *Sonneratia ovata* Backer dari Desa Tongkaina, Bunaken, Sulawesi Utara sebagai bahan baku obat topikal. *Pharmacon: Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT*, 13(3). <https://doi.org/10.35799/pha.13.2024.5946>
- Erwin, E., Nuryadi, D., & Usman. (2020). Skrining fitokimia dan bioaktivitas tumbuhan bakau api-api putih (*Avicennia alba* Blume). *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 2(4), 311-315. <https://doi.org/10.25026/jsk.v2i4.152>
- Esti, F., Suryanto, A., & Laksmi, R. (2023). Penggunaan antibiotik dan resistensi bakteri. *Jurnal Kesehatan*, 12(3), 122-130.

- Farmakope Indonesia. (1979). *Farmakope Indonesia* (Edisi III). Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Fujiastuti, T., & Sugihartini, N. (2015). Sifat fisik dan daya iritasi gel ekstrak etanol herba pegagan (*Centella asiatica* L.) dengan variasi jenis gelling agent. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia*, 12(1), 11-20.
- Hidayati, R., Saptarini, O., & Kuncahyo, I. (2022). Optimasi HPMC K15M, Karbopol 940, dan propilen glikol pada formula nanoemulgel naringenin metode D-optimal mixture design. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 19(2), 236-245. <https://doi.org/10.31001/jfi.v19i2.1460>
- Ibrahim, R., Fahlufi, C. F., Cahyana, H. A., Buana, B. S., Aziz, A. M., Saputro, M. R., & Pratama, R. (2026). Review artikel: Tinjauan pengujian dan peningkatan stabilitas sediaan nanoemulsi dari berbagai bahan alam. *Majalah Farmasetika*, 11(1).
- Kalangi, S. J. R. (2015). Histofisiologi kulit. *Jurnal Biomedik*, 7(2), 120-128.
- Karo Sekali, E. E., Wartini, N. M., & Suhendra, L. (2020). Karakteristik ekstrak aseton pewarna alami daun singkong (*Manihot esculenta* C.) pada perlakuan ukuran partikel bahan dan lama maserasi. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 5(2), 49-58. <https://doi.org/10.24843/JITPA.2020.v05.i02.p02>
- Kemal, A. (2025). Formulasi dan evaluasi sabun cair ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum* Ruiz & Pav.) serta uji aktivitas sebagai antiseptik terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmacy Tiara Bunda*, 5(1), 28-36.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). [Judul sumber pada skripsi tidak terbaca lengkap]. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). *Farmakope Herbal Indonesia* (Edisi VI). Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kurnia, N., Lestari, R., & Widodo, A. (2020). Aktivitas antibakteri dan proses ekstraksi bahan alam. *Jurnal Biologi Tropis*, 7(1), 45-53.
- Kurnia, N., Maulida, S., & Hidayati, P. (2024). Kandungan metabolit sekunder daun mangrove (*Avicennia alba*). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 5(2), 88-95.
- Manalu, P. M. (2020). Prominent secondary metabolites from selected genus of *Avicennia* leaves. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 8(A), 131-137.
- Mardiyanto, Mohadi, R., Fithri, N. A., & Kurniawan, G. (2024). Optimization of nanoemulsion formula containing erythromycin with VCO and varying concentrations of Tween-80 and PEG-400. *Science and Technology Indonesia*, 9(3), 697-709. <https://doi.org/10.26554/sti.2024.9.3.697-709>
- Marhammah, F., Pratiwi, R., & Zulfa, L. (2025). Evaluasi fisik nanogel berbahan alam. *Jurnal Sains Farmasi Klinik*, 9(1), 55-63.