



Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Emulgel Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) terhadap *Staphylococcus aureus* dengan Variasi Konsentrasi HPMC

Anggie Riska Ari Navitri¹, Ismi Rahmawati², Nur Aini Dewi Purnamasari³.

¹Fakultas Farmasi, Universitas Setia Budi, Surakarta, Indonesia, a28226961@mhs.setiabudi.ac.id

²Fakultas Farmasi, Universitas Setia Budi, Surakarta, Indonesia, a28226961@mhs.setiabudi.ac.id

³Fakultas Farmasi, Universitas Setia Budi, Surakarta, Indonesia, a28226961@mhs.setiabudi.ac.id

Corresponding Author: a28226961@mhs.setiabudi.ac.id¹

Abstract: Pineapple peel is an agricultural residue containing secondary metabolites with antibacterial potential. This study aimed to formulate an emulgel of pineapple peel extract using hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) as a gelling agent and to determine the effect of HPMC concentration on physical quality, accelerated stability, and antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*. Pineapple peel powder was extracted by maceration with 96% ethanol and formulated into emulgel containing 0.5%, 1%, 1.5%, and 2% HPMC. The preparations were evaluated for organoleptic properties, homogeneity, pH, viscosity, spreadability, adhesion, cycling-test stability, and antibacterial activity using the disk diffusion method. The extract yield was 10.7%, water content was 1.56%, and phytochemical screening showed flavonoids, tannins, saponins, alkaloids, quinones, steroids, and triterpenoids. All extract concentrations and emulgel formulas inhibited *S. aureus*. Increasing HPMC concentration increased viscosity, adhesion, and inhibition zone, but reduced spreadability. Formula 4 containing 2% HPMC produced the highest inhibition zone among test formulas, 11.47 ± 0.030 mm. The result indicates that pineapple peel extract emulgel has antibacterial activity and that HPMC concentration contributes to the physical and biological performance of the preparation.

Keyword: Antibacterial, Emulgel, HPMC, Pineapple Peel, *Staphylococcus Aureus*.

Abstrak: Kulit nanas merupakan limbah pertanian yang mengandung metabolit sekunder berpotensi antibakteri. Penelitian ini bertujuan memformulasikan emulgel ekstrak kulit nanas dengan hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) sebagai gelling agent serta menilai pengaruh konsentrasi HPMC terhadap mutu fisik, stabilitas dipercepat, dan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Serbuk kulit nanas diekstraksi secara maserasi menggunakan etanol 96%, kemudian diformulasikan menjadi emulgel dengan HPMC 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2%. Sediaan dievaluasi melalui uji organoleptis, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, stabilitas cycling test, dan aktivitas antibakteri dengan metode difusi cakram. Rendemen ekstrak sebesar 10,7%, kadar air 1,56%, dan skrining fitokimia menunjukkan adanya flavonoid,

tanin, saponin, alkaloid, kuinon, steroid, dan triterpenoid. Seluruh konsentrasi ekstrak serta formula emulgel mampu menghambat *S. aureus*. Kenaikan HPMC meningkatkan viskositas, daya lekat, dan zona hambat, tetapi menurunkan daya sebar. Formula 4 dengan HPMC 2% menghasilkan zona hambat tertinggi pada kelompok formula, yaitu $11,47 \pm 0,030$ mm. Hasil ini menunjukkan emulgel ekstrak kulit nanas memiliki aktivitas antibakteri dan konsentrasi HPMC berperan terhadap performa fisik serta biologis sediaan.

Kata Kunci: Antibakteri, Emulgel, HPMC, Kulit Nanas, *Staphylococcus Aureus*.

PENDAHULUAN

Kulit merupakan sawar pertama tubuh terhadap gangguan fisik, kimia, dan mikrobiologis. Fungsi protektif tersebut berlangsung melalui proses keratinisasi, pembentukan sebum dan keringat, pengaturan suhu, serta pembentukan pigmen yang membantu menahan paparan ultraviolet. Akan tetapi, permukaan kulit tetap dapat menjadi tempat kolonisasi bakteri patogen, terutama ketika terjadi gangguan kebersihan, inflamasi, luka kecil, atau perubahan kondisi fisiologis kulit (Tranggono, 2007). Salah satu bakteri yang sering dikaitkan dengan infeksi kulit adalah *Staphylococcus aureus*. Bakteri ini dikenal sebagai mikroba Gram positif yang dapat ditemukan pada kulit dan mukosa, tetapi pada kondisi tertentu mampu memicu jerawat, furunkel, dan infeksi jaringan lunak lain (Arfani, 2021; Putri, 2019; Umarudin & others, 2023).

Permasalahan infeksi akibat *S. aureus* semakin penting karena terapi antibakteri konvensional tidak selalu memberikan hasil yang sama pada setiap kasus. Penggunaan antibiotik yang luas dapat mendorong seleksi bakteri yang kurang peka terhadap obat, sehingga diperlukan eksplorasi bahan alam sebagai kandidat pendamping atau alternatif dalam sediaan topikal. Kajian mengenai tanaman obat sejak lama menunjukkan bahwa bahan herbal masih dipilih masyarakat karena relatif mudah diperoleh, terjangkau, dan mempunyai tradisi penggunaan yang luas untuk keluhan kulit (Sari, 2006). Dengan demikian, pengembangan sediaan antibakteri berbasis bahan alam menjadi relevan untuk memperkaya pilihan formulasi farmasi topikal.

Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) termasuk komoditas tropis yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman ini mempunyai nilai agronomis sekaligus menghasilkan limbah kulit dalam jumlah besar setelah pengolahan buah. Literatur agribisnis dan morfologi tanaman menunjukkan bahwa nanas mudah tumbuh di wilayah tropis, mempunyai daun roset, dan menghasilkan buah yang dimanfaatkan luas sebagai pangan maupun bahan olahan (Prahasta, 2009; Sugeng et al., 2010). Kulit nanas yang selama ini sering dipandang sebagai limbah ternyata masih mengandung senyawa bernilai, sehingga pemanfaatannya dapat mendukung konsep pengurangan residu agroindustri dan peningkatan nilai tambah bahan alam (Triastuti et al., 2024).

Beberapa laporan menyebutkan bahwa kulit nanas mengandung flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, fenol, triterpenoid, steroid, dan enzim bromelain. (Yeragamreddy et al., 2013) menunjukkan keberadaan berbagai fitokimia pada ekstrak kulit nanas, sedangkan (Mardalena et al., 2011) melaporkan kandungan antioksidan dan komponen bioaktif seperti vitamin C, beta karoten, flavonoid, fenol, kuersetin, dan saponin. Penelitian lain juga mengonfirmasi hasil skrining fitokimia yang positif terhadap beberapa metabolit sekunder utama pada kulit nanas (Aisyah et al., 2023; Erlin et al., 2021; Gunarti, 2018). Senyawa-senyawa tersebut diduga berkontribusi terhadap penghambatan bakteri melalui gangguan permeabilitas dinding sel, denaturasi protein, serta perubahan stabilitas membran.

Potensi antibakteri kulit nanas telah dilaporkan terhadap bakteri Gram positif maupun Gram negatif. (Sinaga, 2017) dan (Maulida & others, 2021) menunjukkan bahwa ekstrak kulit nanas mampu membentuk zona hambat terhadap *S. aureus*, sedangkan (Desi, 2023)

melaporkan efektivitas ekstrak pada konsentrasi rendah. Pengembangan teknologi lebih lanjut, seperti nanoemulsi, juga dilaporkan dapat memperbaiki penghantaran ekstrak dan memperkuat efek antibakterinya (Ramadhani et al., 2025). (Mursidah et al., 2025) menegaskan bahwa ukuran zona hambat yang dihasilkan dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak, jenis pelarut, dan bentuk sediaan yang digunakan. Temuan tersebut menjadi dasar penggunaan kulit nanas sebagai zat aktif pada sediaan topikal.

Salah satu bentuk sediaan yang sesuai untuk aplikasi kulit adalah emulgel. Bentuk ini menggabungkan karakter emulsi dan gel, sehingga dapat membawa senyawa yang memiliki sifat hidrofilik maupun lipofilik serta memberikan kenyamanan saat diaplikasikan. Dalam penelitian ini, HPMC (*hydroxypropyl methylcellulose*) digunakan sebagai *gelling agent* karena mampu membentuk gel yang relatif stabil, netral, dan sesuai untuk sediaan topikal. Variasi konsentrasi HPMC perlu diteliti karena perubahan kadar polimer dapat memengaruhi viskositas, daya sebar, daya lekat, stabilitas, serta pelepasan zat aktif dari matriks emulgel. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi aktivitas antibakteri emulgel ekstrak kulit nanas terhadap *S. aureus* dan menentukan formula terbaik berdasarkan variasi konsentrasi HPMC.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang menguji pengaruh variasi konsentrasi HPMC terhadap mutu fisik, stabilitas, dan aktivitas antibakteri emulgel ekstrak kulit nanas. Sampel kulit nanas matang berwarna kuning keemasan diperoleh dari daerah Polokarto, Sukoharjo. Bakteri uji yang digunakan adalah *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Variabel bebas penelitian adalah konsentrasi HPMC 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2%, sedangkan variabel tergantung meliputi pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, homogenitas, stabilitas, dan diameter zona hambat. Pemilihan alat, bahan, dan prosedur laboratorium disesuaikan dengan kebutuhan penelitian farmasi serta ketentuan kerja mikrobiologi dasar (Lay, 1994; Yusuf & Rahmat, 2022).

Kulit nanas disortasi, dicuci, dipotong, dikeringkan, kemudian diserbukkan dan diayak. Serbuk sebanyak 1.000 g dimaserasi menggunakan etanol 96% selama lima hari, dilanjutkan remaserasi hingga pelarut relatif jernih. Maserasi dipilih karena sesuai untuk simplisia yang mengandung metabolit sekunder yang dapat rusak oleh pemanasan berlebih, dan lama proses ekstraksi berpengaruh terhadap perolehan senyawa terlarut (Nirwana & others, 2025). Filtrat dikentalkan menggunakan *rotary evaporator*, kemudian ekstrak diuji organoleptis, kadar air, bebas etanol, dan skrining fitokimia. Pemeriksaan mutu bahan mengikuti prinsip Farmakope Herbal Indonesia dan standar pengendalian simplisia, terutama terkait kadar air yang mendukung stabilitas ekstrak (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017).

Persiapan mikrobiologi dilakukan melalui sterilisasi alat dan media, peremajaan bakteri, identifikasi pada media selektif, pewarnaan Gram, uji katalase, dan uji koagulase. Sterilisasi dilakukan untuk menekan kontaminasi selama proses inokulasi, sebagaimana prinsip yang disampaikan dalam pedoman sterilisasi laboratorium dan pembuatan media farmasi (Anonim, 2015; Lolok et al., 2020). Identifikasi *S. aureus* dikaitkan dengan morfologi koloni, sifat Gram positif, dan kemampuan menghasilkan enzim tertentu (Karimela et al., 2017). Pengolesan inokulum pada media dilakukan secara aseptik untuk memperoleh sebaran bakteri yang seragam (Sutrisno & others, 2018).

Aktivitas antibakteri ekstrak diuji dengan metode difusi cakram menggunakan media Mueller Hinton Agar. Ekstrak dilarutkan dalam DMSO 5% menjadi konsentrasi 1%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. DMSO digunakan sebagai pelarut karena pada kadar tertentu dapat membantu pelarutan sampel bioaktif dan lazim digunakan pada bioassay, sementara kontrol negatif diperlukan untuk memastikan zona hambat bukan berasal dari pelarut (Joshi et al., 2012; Rizky, 2021). Kontrol positif menggunakan klindamisin 1,2%. Metode difusi cakram dipilih karena

mampu memberikan gambaran komparatif daya hambat berdasarkan diameter zona bening di sekitar cakram (Davis & Stout, 1971; Hastari, 2012; Suryani & others, 2019).

Formulasi emulgel dibuat dengan komposisi tetap untuk bahan selain HPMC. Fase minyak terdiri atas parafin cair, Span 80, dan propil paraben, sedangkan fase air terdiri atas Tween 80, aquadest, metil paraben, propilen glikol, dan HPMC sebagai pembentuk gel. Ekstrak kulit nanas ditambahkan setelah basis emulgel terbentuk dan diaduk sampai homogen. Evaluasi mutu fisik meliputi organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, daya lekat, viskositas, dan stabilitas dipercepat menggunakan *cycling test*. Data dianalisis dengan SPSS 22. Normalitas diuji menggunakan Shapiro-Wilk dan homogenitas menggunakan uji Levene. Data yang memenuhi asumsi dianalisis dengan One-Way ANOVA dan dilanjutkan Tukey HSD pada taraf kepercayaan 95%; data stabilitas dianalisis menggunakan uji berpasangan atau uji nonparametrik sesuai karakter data.

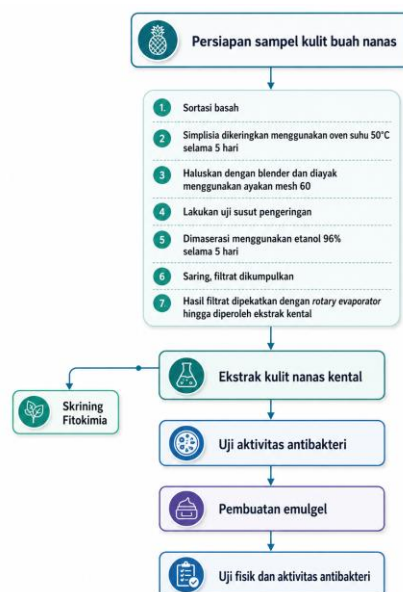
Tabel 1. Rancangan Formula Emulgel Ekstrak Etanol Kulit Nanas

Bahan	Fungsi	F0 (g)	F1 (g)	F2 (g)	F3 (g)	F4 (g)
Ekstrak etanol kulit nanas	Zat aktif	0	10	10	10	10
HPMC	*Gelling agent*	1	0,5	1	1,5	2
Parafin cair	Emolien	5	5	5	5	5
Span 80	Pengemulsi	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Tween 80	Pengemulsi	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Propil paraben	Pengawet	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Metil paraben	Pengawet	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Propilen glikol	Humektan	10	10	10	10	10
Aquadest ad	Pelarut	100	100	100	100	100

Sumber: Data primer diolah (2026)

Keterangan: F0 merupakan basis HPMC 1% tanpa ekstrak; F1 mengandung HPMC 0,5% dan ekstrak; F2 mengandung HPMC 1% dan ekstrak; F3 mengandung HPMC 1,5% dan ekstrak; F4 mengandung HPMC 2% dan ekstrak.

Alur utama penelitian terdiri atas persiapan bahan, ekstraksi, skrining fitokimia, uji aktivitas ekstrak, formulasi emulgel, evaluasi mutu fisik, stabilitas, dan uji antibakteri sediaan. Ringkasan alur kerja penelitian disajikan pada Gambar 1



Sumber: Dokumentasi penelitian (2026)

Gambar 1. Alur Pembuatan Ekstrak dan Pengujian Sediaan Emulgel Ekstrak Kulit Nanas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Determinasi bahan menunjukkan bahwa sampel yang digunakan sesuai sebagai kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.). Pengolahan 8.500 g kulit nanas basah menghasilkan 1.100 g simplisia kering, sehingga rendemen pengeringan sebesar 12,94%. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar bobot bahan segar hilang sebagai air selama proses pengeringan. Susut pengeringan serbuk sebesar $1,63 \pm 0,057\%$, sedangkan kadar air ekstrak sebesar $1,56 \pm 0,09\%$. Nilai tersebut berada di bawah batas umum kadar air simplisia/ekstrak yang digunakan untuk menjaga stabilitas bahan, sehingga ekstrak dinilai cukup aman untuk tahap formulasi. Rendemen ekstrak etanol yang diperoleh sebesar 10,7%, dengan bentuk kental, warna coklat kehitaman, dan bau khas menyengat.

Bahan penelitian melalui tahap sortasi, pengeringan, penyerbukan, dan ekstraksi hingga diperoleh ekstrak kental. Dokumentasi bahan, simplisia, serbuk, dan ekstrak disajikan pada Gambar 2.

A

Kulit nanas segar

B

Simplisia kulit nanas

C

Serbuk kulit nanas

D

Ekstrak kental

Sumber: Dokumentasi penelitian (2026)

Gambar 2. Dokumentasi Bahan, Simplisia, Serbuk, dan Ekstrak Kulit Nanas

Skrining fitokimia memperlihatkan bahwa ekstrak etanol kulit nanas positif mengandung flavonoid, tanin, saponin, steroid atau triterpenoid, alkaloid, dan kuinon. Temuan ini selaras dengan laporan terdahulu yang menyatakan bahwa kulit nanas merupakan sumber metabolit sekunder yang beragam (Aisyah et al., 2023; Erlin et al., 2021; Yeragamreddy et al., 2013). Flavonoid dan fenolik dapat berperan sebagai antibakteri melalui gangguan pada protein dan membran sel bakteri, sedangkan saponin dapat menurunkan tegangan permukaan membran sehingga memudahkan kerusakan sel. Tanin mempunyai kemampuan mengikat protein dan mengganggu fungsi enzim mikroba. Kombinasi senyawa tersebut mendukung alasan ilmiah penggunaan ekstrak kulit nanas sebagai zat aktif pada sediaan emulgel antibakteri.

Tabel 2. Karakteristik Awal Simplisia dan Ekstrak Kulit Nanas

Parameter	Hasil
Bobot basah kulit nanas	8.500 g
Bobot kering simplisia	1.100 g
Rendemen pengeringan	12,94%
Bobot serbuk diekstraksi	1.000 g
Bobot ekstrak kental	107 g
Rendemen ekstrak	10,7%
Susut pengeringan serbuk	$1,63 \pm 0,057\%$
Kadar air ekstrak	$1,56 \pm 0,09\%$
Organoleptis ekstrak	Semi cair/kental, coklat kehitaman, bau khas menyengat

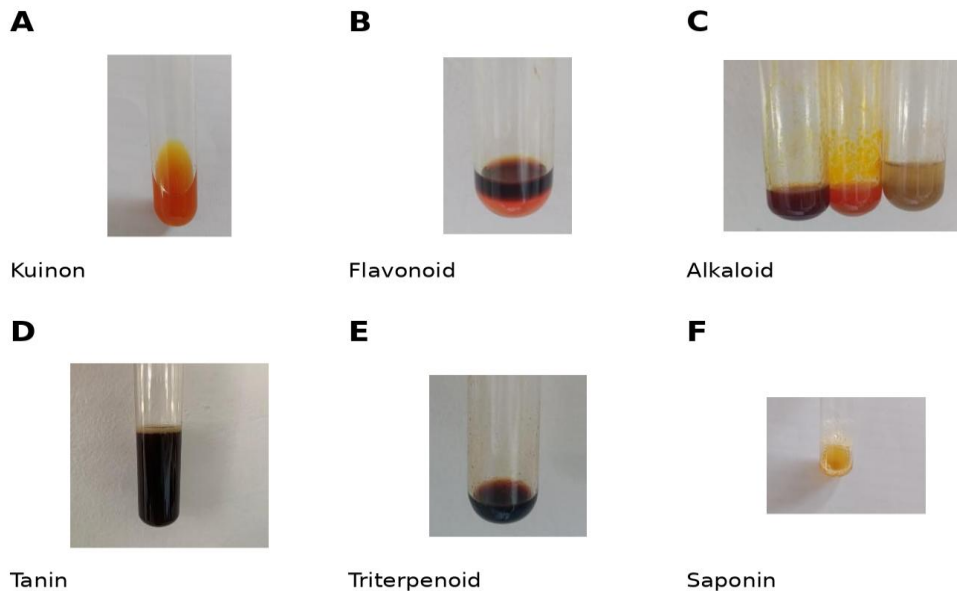
Sumber: Data primer diolah (2026)

Tabel 3. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Nanas

Golongan senyawa	Hasil pengamatan	Keterangan
Flavonoid	Terbentuk warna merah tua pada lapisan amil alkohol	Positif
Tanin	Terbentuk warna coklat kehijauan atau biru kehitaman	Positif
Saponin	Terbentuk busa stabil selama 10 menit	Positif
Steroid/triterpenoid	Terbentuk warna merah pada reaksi pengujian	Positif
Alkaloid	Terbentuk warna/endapan khas pada pereaksi Dragendorff, Mayer, dan Wagner	Positif
Kuinon	Terbentuk warna merah	Positif

Sumber: Data primer diolah (2026)

Perubahan warna, endapan, dan pembentukan busa pada pengujian fitokimia menjadi dasar penetapan kandungan metabolit sekunder ekstrak. Dokumentasi visual hasil skrining fitokimia ditampilkan pada Gambar 3.



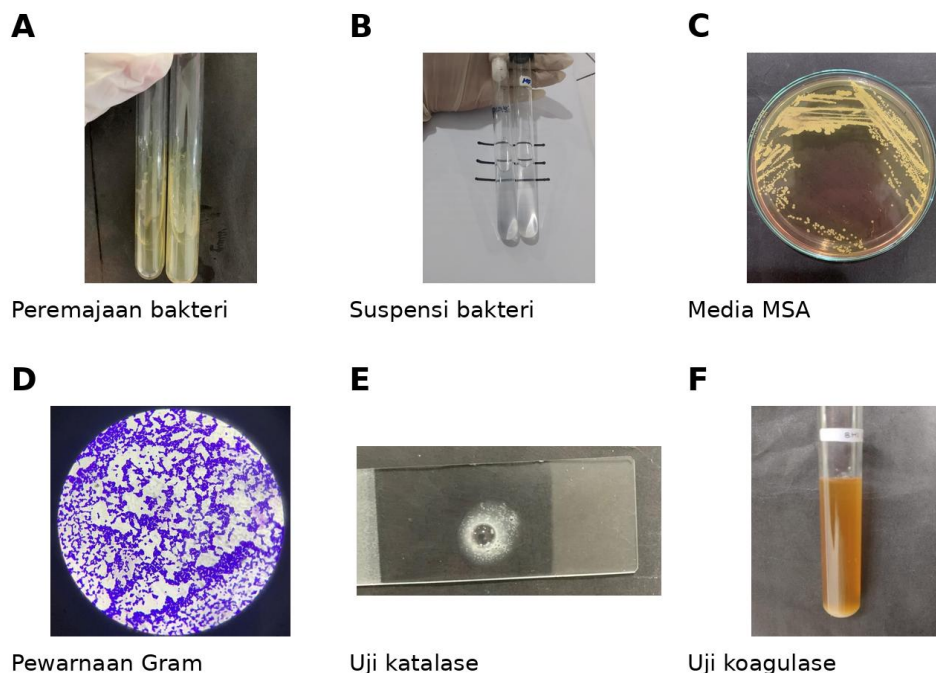
Sumber: Dokumentasi penelitian (2026)

Gambar 3. Dokumentasi Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Nanas

Identifikasi bakteri uji menunjukkan karakter yang sesuai dengan *S. aureus*. Koloni yang tumbuh pada media selektif memperlihatkan ciri pertumbuhan khas yang mendukung proses identifikasi awal. Hasil pewarnaan Gram menunjukkan bahwa bakteri berbentuk kokus dan tergolong Gram positif, sedangkan uji biokimia memberikan reaksi yang konsisten dengan karakter *S. aureus*. Tahap identifikasi ini menjadi bagian penting sebelum pengujian aktivitas

antibakteri karena ketidaktepatan dalam memastikan jenis bakteri dapat memengaruhi validitas hasil zona hambat. Apabila bakteri uji tidak sesuai, maka diameter hambat yang diperoleh tidak dapat menggambarkan aktivitas ekstrak atau sediaan terhadap target mikroba yang sebenarnya. Prinsip identifikasi yang digunakan sejalan dengan analisis mikroba laboratorium dan karakter isolat *S. aureus* yang telah dilaporkan dalam literatur (Karimela et al., 2017; Lay, 1994).

Tahap peremajaan, pembuatan suspensi, dan identifikasi bakteri dilakukan secara berurutan sebelum pengujian antibakteri. Peremajaan bertujuan memperoleh kultur bakteri yang masih aktif dan berada dalam kondisi pertumbuhan optimal. Suspensi bakteri kemudian disiapkan agar jumlah sel yang diinokulasikan pada media uji lebih seragam, sehingga hasil zona hambat dapat dibandingkan antarperlakuan. Selanjutnya, identifikasi bakteri dilakukan untuk memastikan bahwa mikroorganisme yang digunakan benar-benar sesuai dengan bakteri target penelitian. Dokumentasi tahapan tersebut disajikan pada Gambar 4.



Sumber: Dokumentasi penelitian (2026)

Gambar 4. Dokumentasi Identifikasi dan Persiapan Bakteri *Staphylococcus aureus*

Ekstrak etanol kulit nanas menunjukkan daya hambat yang meningkat seiring kenaikan konsentrasi. Pada konsentrasi 1%, rerata zona hambat sebesar $7,27 \pm 0,018$ mm; konsentrasi 2,5% sebesar $7,56 \pm 0,022$ mm; konsentrasi 5% sebesar $8,67 \pm 0,033$ mm; konsentrasi 7,5% sebesar $9,60 \pm 0,069$ mm; dan konsentrasi 10% sebesar $10,96 \pm 0,011$ mm. Kontrol positif menghasilkan zona hambat $15,70 \pm 0,45$ mm, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan zona hambat. Kecenderungan kenaikan ini memperlihatkan bahwa peningkatan jumlah senyawa aktif dalam media uji berbanding lurus dengan kemampuan ekstrak menghambat pertumbuhan bakteri. Pola tersebut mendukung laporan (Sinaga, 2017), (Maulida & others, 2021), (Desi, 2023), dan (Mursidah et al., 2025) bahwa kulit nanas mempunyai potensi antibakteri terhadap *S. aureus*.

Tabel 4. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Nanas terhadap *Staphylococcus aureus*

Konsentrasi	Replikasi 1 (mm)	Replikasi 2 (mm)	Replikasi 3 (mm)	Rata-rata $\pm$ SD
K+	16,01	15,92	15,18	$15,70 \pm 0,45$
K-	0	0	0	$0 \pm 0,00$

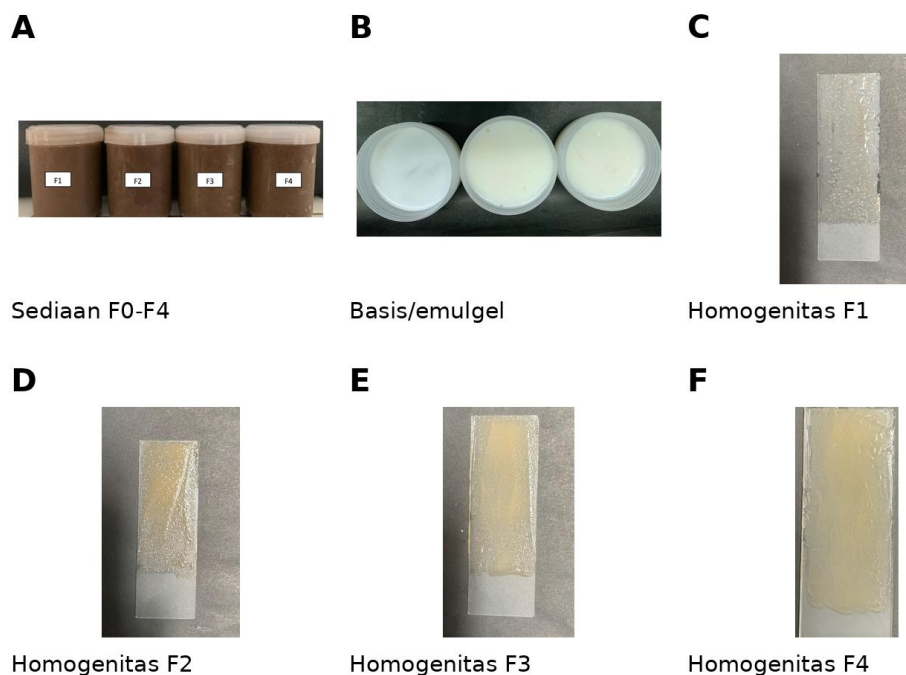
1%	7,25	7,28	7,26	$7,27 \pm 0,018$
2,5%	7,56	7,54	7,58	$7,56 \pm 0,022$
5%	8,63	8,70	8,66	$8,67 \pm 0,033$
7,5%	9,53	9,66	9,62	$9,60 \pm 0,069$
10%	10,96	10,97	10,95	$10,96 \pm 0,011$

Sumber: Data primer diolah (2026)

Menurut kriteria(Davis & Stout, 1971), zona hambat 10-20 mm dapat dimaknai sebagai aktivitas kuat. Dengan demikian, ekstrak konsentrasi 10% telah memasuki kategori kuat, sedangkan konsentrasi yang lebih rendah masih berada pada kategori lebih lemah sampai sedang. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh jumlah senyawa terlarut, kemampuan difusi melalui agar, dan interaksi metabolit dengan dinding sel bakteri. Penggunaan DMSO 5% sebagai kontrol negatif yang tidak membentuk zona hambat memperkuat dugaan bahwa hambatan yang muncul berasal dari ekstrak, bukan pelarut (Joshi et al., 2012; Rizky, 2021).

Setelah ekstrak terbukti memiliki daya hambat, ekstrak diformulasikan ke dalam emulgel. Secara organoleptis, F0 berwarna putih dan tidak berbau karena tidak mengandung ekstrak. Formula F1-F4 berwarna coklat dengan bau khas ekstrak, menunjukkan bahwa penambahan ekstrak memengaruhi tampilan visual dan aroma sediaan. Semua formula homogen pada tiga kali replikasi, menandakan bahwa zat aktif dan basis terdispersi merata. Homogenitas penting untuk menjamin keseragaman dosis pada saat sediaan diaplikasikan ke permukaan kulit.

Tampilan sediaan emulgel dan hasil homogenitas setiap formula digunakan sebagai bukti pendukung bahwa ekstrak dapat terdispersi dalam basis. Dokumentasi visual sediaan dan hasil uji homogenitas disajikan pada Gambar 5.



Sumber: Dokumentasi penelitian (2026)

Gambar 5. Dokumentasi Sediaan Emulgel dan Hasil Uji Homogenitas

Tabel 5. Mutu Fisik Emulgel Sebelum Cycling Test

Formula	pH	Daya lekat (detik)	Viskositas (cPs)	Daya sebar (cm)	Homogenitas
F0	6,04 ± 0,01	4,51 ± 0,01	26.670 ± 0,12	6,91 ± 0,404	Homogen
F1	6,50 ± 0,01	4,33 ± 0,10	25.300 ± 0,10	6,95 ± 0,05	Homogen
F2	6,43 ± 0,02	4,45 ± 0,05	27.570 ± 1,16	6,62 ± 0,021	Homogen
F3	5,15 ± 0,01	4,52 ± 0,005	30.700 ± 0,56	6,52 ± 0,16	Homogen
F4	5,18 ± 0,03	5,01 ± 0,39	35.630 ± 0,15	6,21 ± 0,10	Homogen

Sumber: Data primer diolah (2026)

Nilai pH emulgel berkisar antara 5,15 sampai 6,50. Rentang ini masih dapat diterima untuk sediaan topikal karena tidak terlalu asam maupun terlalu basa bagi kulit. Formula F1 dan F2 menunjukkan pH lebih tinggi dibanding F3 dan F4. Secara statistik, uji ANOVA memperlihatkan perbedaan pH yang bermakna antarformula ($F = 19,477$; $p = 0,000$). Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa perubahan kadar HPMC dan interaksinya dengan komponen ekstrak memengaruhi karakter asam-basa matriks emulgel.

Kenaikan konsentrasi HPMC cenderung meningkatkan viskositas dan daya lekat. Formula F4 mempunyai viskositas tertinggi, yaitu $35.630 \pm 0,15$ cPs, dan daya lekat tertinggi, yaitu $5,01 \pm 0,39$ detik. Kondisi ini dapat dipahami karena HPMC membentuk jaringan polimer yang lebih rapat pada konsentrasi tinggi. Jaringan tersebut menahan pergerakan cairan dan meningkatkan konsistensi sediaan. Namun, peningkatan kekentalan juga menurunkan daya sebar, seperti terlihat pada F4 yang hanya memiliki daya sebar $6,21 \pm 0,10$ cm. Oleh sebab itu, formula optimal tidak hanya dinilai dari satu parameter, tetapi dari keseimbangan antara kemudahan penyebaran, kemampuan menempel, dan stabilitas fisik.

Analisis statistik mendukung kecenderungan tersebut. Daya lekat berbeda bermakna antarformula ($F = 329,737$; $p = 0,000$), sedangkan daya sebar juga menunjukkan perbedaan signifikan ($F = 49,348$; $p = 0,000$). Hasil ini mengindikasikan bahwa konsentrasi HPMC merupakan faktor utama yang menentukan sifat mekanik emulgel. Dalam konteks penggunaan topikal, daya sebar yang memadai membantu sediaan menjangkau area aplikasi, sedangkan daya lekat yang cukup memungkinkan kontak ekstrak dengan permukaan kulit berlangsung lebih lama.

Uji stabilitas dipercepat dilakukan menggunakan *cycling test* selama enam siklus untuk melihat perubahan sediaan akibat paparan suhu rendah dan suhu tinggi secara bergantian. Secara organoleptis, semua formula tetap berada dalam bentuk emulgel, tidak menunjukkan perubahan bau yang tajam, dan tidak tampak adanya gumpalan kasar. Hasil homogenitas juga tetap baik setelah pengujian, sehingga secara visual sediaan masih dapat diterima.

Tabel 6. Stabilitas Fisik Emulgel Setelah Cycling Test

Formula	pH sebelum	pH sesudah	Viskositas sebelum	Viskositas sesudah	Daya sebar sebelum	Daya sebar sesudah
F0	5,15 ± 0,02	5,07 ± 0,01	23,21 ± 0,23	23,11 ± 0,13	6,94 ± 0,24	6,87 ± 0,14
F1	5,08 ± 0,01	4,92 ± 0,01	19,92 ± 0,49	17,44 ± 2,17	6,95 ± 0,17	6,84 ± 1,35
F2	5,15 ± 0,03	5,06 ± 0,01	23,10 ± 0,44	21,80 ± 0,90	6,67 ± 0,51	6,58 ± 0,06
F3	5,37 ± 0,04	5,13 ± 0,02	34,97 ± 0,77	32,85 ± 1,06	6,51 ± 0,07	6,44 ± 0,15
F4	5,64 ± 0,01	5,52 ± 0,06	40,30 ± 0,21	38,80 ± 0,23	6,25 ± 0,06	6,18 ± 0,27

Sumber: Data primer diolah (2026)

Tabel 7. Stabilitas Daya Lekat dan Homogenitas Emulgel

Formula	Daya lekat sebelum (detik)	Daya lekat sesudah (detik)	Homogenitas sebelum	Homogenitas sesudah
F0	4,14 ± 0,22	4,01 ± 0,18	Homogen	Homogen
F1	4,38 ± 0,38	4,12 ± 0,03	Homogen	Homogen
F2	4,56 ± 0,09	4,67 ± 0,14	Homogen	Homogen

F3	4,63 ± 0,14	4,82 ± 0,17	Homogen	Homogen
F4	5,15 ± 0,17	5,02 ± 0,10	Homogen	Homogen

Sumber: Data primer diolah (2026)

Walaupun tampilan organoleptis dan homogenitas tetap baik, beberapa parameter kuantitatif berubah setelah *cycling test*. pH menurun pada semua formula dan uji Wilcoxon menunjukkan perubahan pH bermakna ($p = 0,008$). Viskositas juga menurun setelah pengujian stabilitas dan uji berpasangan menunjukkan perbedaan bermakna ($p = 0,016$). Sebaliknya, perubahan daya sebar dan daya lekat tidak selalu bermakna secara statistik, dengan nilai p masing-masing 0,061 dan 0,187. Hasil ini menunjukkan bahwa paparan suhu berulang terutama memengaruhi pH dan viskositas, sedangkan kemampuan menyebar dan melekat relatif lebih dapat dipertahankan.

Penurunan viskositas setelah penyimpanan dipercepat dapat terjadi karena perubahan struktur polimer, distribusi air, dan interaksi fase emulsi. Formula dengan HPMC lebih tinggi tetap menunjukkan viskositas lebih besar setelah *cycling test*, sehingga struktur polimer masih memberi kontribusi terhadap kekentalan sediaan. Meskipun demikian, adanya perubahan pH dan viskositas menunjukkan bahwa formula masih perlu penyempurnaan stabilitas, misalnya melalui optimasi pengawet, sistem emulgator, atau kondisi penyimpanan. Hal ini penting karena sediaan topikal tidak hanya harus aktif terhadap bakteri, tetapi juga stabil sepanjang masa penyimpanan.

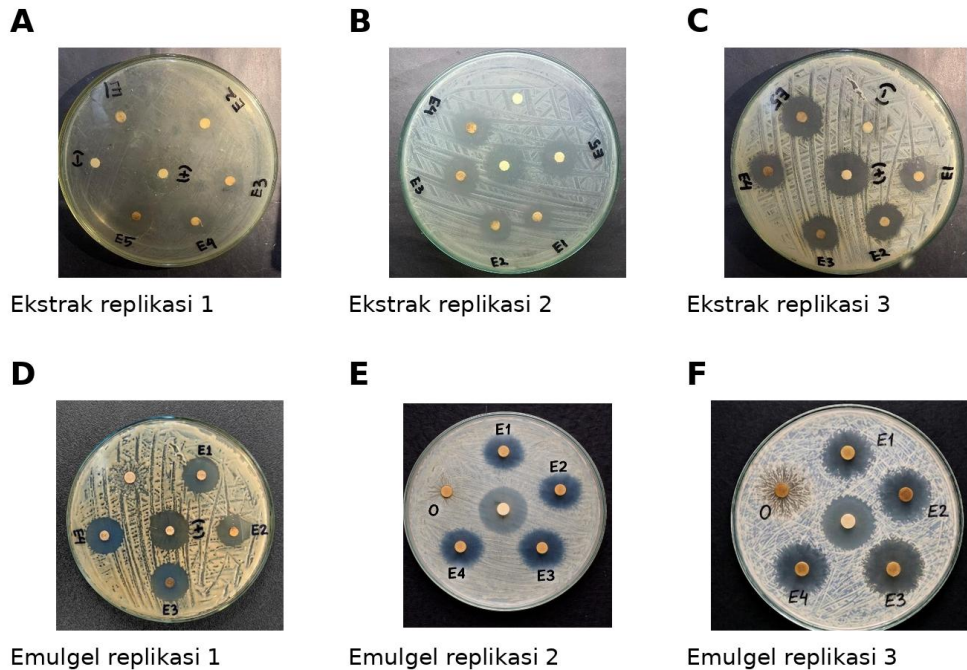
Aktivitas antibakteri sediaan emulgel diuji untuk memastikan bahwa ekstrak masih mampu berdifusi keluar dari basis dan menghambat *S. aureus*. Kontrol positif menghasilkan zona hambat $16,43 \pm 0,026$ mm, sedangkan F0 sebagai basis tanpa ekstrak tidak membentuk zona hambat. Formula F1-F4 seluruhnya menunjukkan aktivitas antibakteri dengan diameter rata-rata 11,27-11,47 mm. Berdasarkan kriteria (Davis & Stout, 1971), seluruh formula yang mengandung ekstrak masuk kategori kuat karena berada pada rentang 10-20 mm.

Tabel 8. Aktivitas Antibakteri Emulgel Ekstrak Kulit Nanas terhadap *Staphylococcus aureus*

Formula	Replikasi 1 (mm)	Replikasi 2 (mm)	Replikasi 3 (mm)	Rata-rata ± SD
K+	16,45	16,39	16,44	$16,43 \pm 0,026$
F0	0	0	0	$0 \pm 0,00$
F1	11,23	11,30	11,28	$11,27 \pm 0,036$
F2	11,31	11,37	11,35	$11,34 \pm 0,031$
F3	11,38	11,40	11,43	$11,40 \pm 0,025$
F4	11,47	11,45	11,51	$11,47 \pm 0,030$

Sumber: Data primer diolah (2026)

Dokumentasi zona hambat pada uji ekstrak dan sediaan emulgel memperlihatkan terbentuknya daerah bening di sekitar cakram. Visualisasi tersebut mendukung data kuantitatif pada Tabel 4 dan Tabel 8, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 6.



Sumber: Dokumentasi penelitian (2026)

Gambar 6. Dokumentasi Zona Hambat Ekstrak dan Emulgel terhadap *Staphylococcus aureus*

Peningkatan zona hambat dari F1 ke F4 menunjukkan bahwa variasi HPMC tidak menghilangkan aktivitas ekstrak, bahkan membantu membentuk sistem penghantaran yang lebih teratur. Pada F4, matriks emulgel yang lebih kental diduga mampu menjaga distribusi ekstrak tetap merata dan mengurangi pemisahan fase, sehingga pelepasan senyawa antibakteri berlangsung lebih konsisten. Namun, perbedaan numerik antarformula relatif kecil. Hasil Tukey HSD menunjukkan F3 dan F4 berada pada subset yang sama dengan nilai signifikansi 0,064, sehingga perbedaan keduanya tidak bermakna secara statistik. Walaupun demikian, F4 tetap menjadi formula terbaik secara praktis karena menghasilkan zona hambat tertinggi dan memiliki daya lekat serta viskositas paling kuat.

Tabel 9. Ringkasan Hasil Statistik Utama

Parameter	Uji statistik	Nilai utama	Interpretasi
pH sebelum stabilitas	One-Way ANOVA	$F = 19,477; p = 0,000$	Berbeda bermakna antarformula
Daya lekat sebelum stabilitas	One-Way ANOVA	$F = 329,737; p = 0,000$	Berbeda bermakna antarformula
Daya sebar sebelum stabilitas	One-Way ANOVA	$F = 49,348; p = 0,000$	Berbeda bermakna antarformula
Daya hambat ekstrak	One-Way ANOVA	$F = 49.530,679; p = 0,000$	Konsentrasi ekstrak berpengaruh bermakna
Daya hambat emulgel	One-Way ANOVA	$F = 76.886,505; p = 0,000$	Formula berpengaruh bermakna
pH setelah cycling test	Wilcoxon	$p = 0,008$	Berubah bermakna
Viskositas setelah cycling test	Paired t-test	$p = 0,016$	Berubah bermakna
Daya lekat setelah cycling test	Wilcoxon	$p = 0,187$	Tidak berubah bermakna
Daya sebar setelah cycling test	Wilcoxon	$p = 0,061$	Tidak berubah bermakna

Daya Hambat Emulgel					
Tukey HSD ^a					
Sampel	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
F1	3	11.2700			
F2	3		11.3433		
F3	3			11.4033	
F4	3			11.4767	
F+	3				16.4267
Sig.		1.000	1.000	.064	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.					
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.					

Sumber: Data primer diolah (2026)

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperlihatkan hubungan logis antara data fitokimia, data mutu fisik, dan data antibakteri. Ekstrak yang mengandung flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, steroid atau triterpenoid, dan kuinon dapat menghambat *S. aureus*. Ketika ekstrak dimasukkan ke dalam emulgel, aktivitas tersebut tetap terlihat karena basis tidak menghambat pelepasan zat aktif sepenuhnya. Kenaikan konsentrasi HPMC memperbaiki viskositas dan daya lekat, tetapi menurunkan daya sebar. Oleh karena itu, penentuan formula terbaik memerlukan kompromi antara kestabilan matriks, kenyamanan aplikasi, dan efektivitas antibakteri.

Formula F4 dengan HPMC 2% dinilai paling baik karena menghasilkan diameter zona hambat tertinggi, daya lekat paling besar, dan viskositas tertinggi. Namun, karena F4 belum berbeda signifikan dari F3 pada uji Tukey dan seluruh formula mengalami perubahan pH serta viskositas setelah *cycling test*, formula ini masih memerlukan optimasi lebih lanjut sebelum dikembangkan menjadi produk topikal. Optimasi dapat diarahkan pada pemilihan sistem emulgator, perbaikan rasio humektan, dan pengujian stabilitas jangka panjang agar sediaan tidak hanya aktif secara *in vitro*, tetapi juga memenuhi persyaratan kualitas selama penyimpanan.

KESIMPULAN

Emulgel ekstrak kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Ekstrak etanol kulit nanas menghasilkan zona hambat yang meningkat sesuai kenaikan konsentrasi, dengan diameter tertinggi pada konsentrasi 10% sebesar $10,96 \pm 0,011$ mm. Setelah diformulasikan menjadi emulgel, seluruh formula yang mengandung ekstrak tetap menunjukkan aktivitas antibakteri kuat dengan diameter zona hambat 11,27-11,47 mm.

Variasi konsentrasi HPMC memengaruhi mutu fisik dan stabilitas sediaan. Kenaikan HPMC meningkatkan viskositas dan daya lekat, tetapi menurunkan daya sebar. Formula F4 dengan HPMC 2% menjadi formula terbaik secara praktis karena memberikan zona hambat terbesar, yaitu $11,47 \pm 0,030$ mm, serta karakteristik viskositas dan daya lekat paling tinggi. Meskipun demikian, perubahan pH dan viskositas setelah *cycling test* menunjukkan bahwa optimasi stabilitas masih diperlukan sebelum formula dikembangkan lebih lanjut sebagai kandidat sediaan topikal antibakteri.

REFERENSI

- Aisyah, N., Rahman, F., & Aron, A. (2023). Fitokimia dan aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit nanas. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian*, 20(1), 101–109.
- Arfani, L. N. (2021). *Jerawat dan gangguan inflamasi pada kulit*. Pustaka Sehat.

- Davis, W. W., & Stout, T. R. (1971). Disc plate method of microbiological assay. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 24(4), 659–665.
- Desi, R. (2023). Efektivitas ekstrak kulit nanas dalam menghambat pertumbuhan bakteri. *Jurnal Penelitian Biomedis*, 9(2), 56–62.
- Erlin, W., Putra, H., & Sari, M. (2021). Fitokimia kualitatif pada ekstrak kulit nanas madu. *Jurnal Ilmiah Biologi Tropis*, 9(1), 45–52.
- Gunarti, N. (2018). *Kulit nanas dan kandungan zat aktifnya*. Penerbit Agro Media.
- Hastari, R. (2012). *Uji aktivitas antibakteri ekstrak pelepah pisang ambon (Musa paradisiaca var. sapientum) terhadap pertumbuhan bakteri Staphylococcus aureus secara in vitro*. Universitas Diponegoro.
- Joshi, S., Saini, R. V., & Saini, A. K. (2012). Dimethyl sulfoxide (DMSO) as a solvent in bioassays: A review on its safety and effectiveness. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 18(3), 142–148.
- Karimela, E. J., Ijong, F. G., & Dien, H. A. (2017). Karakteristik isolat bakteri Staphylococcus aureus yang diisolasi dari produk perikanan yang dijual di pasar tradisional di Kota Manado. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3), 501–511.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Farmakope Herbal Indonesia* (2nd ed.). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Lay, B. W. (1994). *Analisis mikroba di laboratorium*. Raja Grafindo Persada.
- Mardalena, D., Iskandar, J., & Arifin, B. (2011). Bioactive compounds and antioxidant activity of pineapple (Ananas comosus) peel extracts. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 14(1), 26–31.
- Maulida, D., & others. (2021). Aktivitas antibakteri ekstrak kulit nanas terhadap Staphylococcus aureus. *Jurnal Veteriner*, 16(2), 87–94.
- Mursidah, S., Hidayat, R., & Anwar, M. (2025). Aktivitas antibakteri ekstrak kulit nanas terhadap S. aureus. *Jurnal Biomedis*, 12(1), 67–75.
- Nirwana, I. G., & others. (2025). Pengaruh lama maserasi terhadap hasil ekstraksi kulit nanas. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 11(1), 45–52.
- Prahasta, A. (2009). *Agribisnis nanas*. Pustaka Grafika.
- Putri, R. (2019). Distribusi jerawat pada pria dan wanita. *Jurnal Dermatologi*, 7(3), 111–118.
- Ramadhani, R., Sudarman, S., & Riyadi, R. (2025). Pengaruh Self-Efficacy terhadap Kesiapan Kerja Mahasiswa Aktif Angkatan 2021 Pendidikan Ekonomi Universitas Mulawarman. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(2), 1879–1883. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i2.753>
- Rizky, A. (2021). Uji aktivitas antibakteri ekstrak tanaman obat menggunakan metode difusi cakram dengan kontrol negatif DMSO 10%. *Jurnal Farmasi Dan Sains Indonesia*, 8(2), 89–96.
- Sari, L. (2006). *Penggunaan tanaman herbal untuk mengatasi infeksi kulit*. Pustaka Herbal.
- Sinaga. (2017). Aktivitas antibakteri ekstrak kulit nanas madu terhadap Staphylococcus aureus dan Escherichia coli. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 14(1), 52–59.
- Sugeng, D., Rahayu, S., & Santoso, L. (2010). Morfologi tanaman nanas madu. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 38(2), 85–94.
- Suryani, D., & others. (2019). Prinsip dan prosedur pengujian uji antibakteri melalui metode difusi cakram. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 9(3), 128–135.
- Sutrisno, B., & others. (2018). Teknik inokulasi bakteri dan pengamatan kultur mikroorganisme. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 27(2), 58–65.
- Tranggono, H. (2007). *Kulit sebagai pelindung tubuh*. Graha Ilmu.
- Triastuti, Y., Arifin, Z., & Sugiyono. (2024). Pemanfaatan limbah kulit nanas sebagai produk biovinegar. *Jurnal Teknologi Industri Pangan*, 35(2), 78–86.

- Umarudin, R., & others. (2023). Infeksi kulit akibat *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 18(1), 23–30.
- Yeragamreddy, P., Vattikuti, S., & Srinivas, B. (2013). Phytochemical screening of pineapple peel extracts. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(3), 850–852.
- Yusuf, A., & Rahmat, R. (2022). *Analisis bahan dan alat dalam penelitian farmasi*. Alfabeta.