

Formulasi dan Aktivitas Antibakteri Sabun Gel Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) terhadap *Staphylococcus aureus*

*Formulation and Antibacterial Activity of Pineapple Peel Extract Gel Soap (*Ananas comosus* (L.) Merr.) against *Staphylococcus aureus**

MUHAMMAD FARUQI PERDANA
VONNY KURNIA UTAMA
LARYSA FERNENDA
DIANA PUSPITA SARI

Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi dan Ilmu Kesehatan, Universitas
Abdurrah, Pekanbaru
Jl. Riau Ujung No. 73, Tampan, Air Hitam, Payung Sekaki, Air Hitam, Kec. Payung
Sekaki, Kota Pekanbaru, Riau, Indonesia
Email: faruqi.perdana@gmail.com

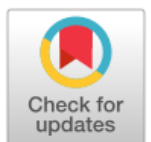
Abstrak

Pemanfaatan bahan alam sebagai sumber antibakteri alami semakin banyak dikembangkan, diantaranya terhadap kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) yang diketahui kaya akan zat aktif alami yang berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Penelitian eksperimental ini bertujuan untuk mengembangkan sediaan sabun gel berbasis ekstrak kulit nanas dan mengevaluasi kualitas fisik serta aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus*. Formula yang diuji terdiri atas empat variasi konsentrasi ekstrak, yaitu 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% yang masing-masing dinyatakan sebagai F0, F1, F2, dan F3. Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi agar sumuran dalam tiga kali pengulangan. Data diameter zona hambat dianalisis menggunakan uji Shapiro–Wilk, Levene, *one-way ANOVA*, dan dilanjutkan dengan uji *post-hoc* Tukey HSD. Evaluasi sediaan dilakukan pada hari ke-1, 7, 14, 21, dan 28 meliputi uji organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, dan stabilitas busa. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh formula berbentuk semisolid, homogen, berwarna jernih hingga kuning pekat, serta memiliki aroma khas nanas. Nilai pH sediaan berkisar 5,49–7,04, viskositas 8230,00–15606,67 cPs, daya sebar 4,17–6,40 cm, dan stabilitas busa 64,40–87,73%. Hasil uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki aktivitas penghambatan terhadap *Staphylococcus aureus* dalam kategori kuat dengan rata-rata diameter zona hambat berturut-turut yaitu K+ (14,6±0,15 mm), F0 (15,8±0,40 mm), F1 (16,2±0,55 mm), F2 (16,7±0,25 mm), dan F3 (17,3±0,15 mm). Hasil *one-way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan bermakna antar kelompok ($p < 0,05$). Berdasarkan hasil penelitian, sabun gel ekstrak kulit nanas memiliki karakteristik fisik yang stabil dan menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, dengan aktivitas terbaik pada konsentrasi ekstrak 1,5%. Aktivitas antibakteri tersebut tidak dapat sepenuhnya diatribusikan pada ekstrak kulit nanas karena formula dasar juga mengandung sodium lauryl sulfate (SLS) yang dapat berkontribusi terhadap aktivitas antibakteri. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan formulasi sabun gel berbahan kulit nanas, dengan penelitian lanjutan diperlukan untuk mengidentifikasi kontribusi spesifik ekstrak terhadap aktivitas antibakteri.

Kata Kunci: Kulit Nanas ; Bromelain ; Sabun ; *Staphylococcus aureus*

Abstract

The utilization of natural materials as sources of antibacterial agents has been increasingly developed, including pineapple peel (*Ananas comosus* (L.) Merr.), which is known to be rich in natural bioactive compounds that may inhibit bacterial growth. This experimental study aimed to develop a gel soap formulation containing pineapple peel extract and to evaluate its physical quality and antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*. Four formulations



containing different concentrations of pineapple peel extract were tested, namely 0%, 0.5%, 1%, and 1.5%, designated as F0, F1, F2, and F3, respectively. Antibacterial activity was evaluated using the agar well diffusion method in triplicate. Inhibition zone diameter data were analyzed using the Shapiro–Wilk test, Levene's test, one-way ANOVA, followed by Tukey's HSD post-hoc test. The formulations were evaluated on days 1, 7, 14, 21, and 28 for organoleptic properties, homogeneity, pH, viscosity, spreadability, and foam stability. The results showed that all formulations were semisolid and homogeneous, with colors ranging from clear to deep yellow and a characteristic pineapple aroma. The pH values ranged from 5.49 to 7.04, viscosity from 8,230.00 to 15,606.67 cPs, spreadability from 4.17 to 6.40 cm, and foam stability from 64.40% to 87.73%. The antibacterial activity test demonstrated that all formulations exhibited strong inhibitory activity against *Staphylococcus aureus*, with mean inhibition zone diameters of 14.6 ± 0.15 mm for K+, 15.8 ± 0.40 mm for F0, 16.2 ± 0.55 mm for F1, 16.7 ± 0.25 mm for F2, and 17.3 ± 0.15 mm for F3. One-way ANOVA showed a statistically significant difference among the groups ($p < 0.05$). Based on these findings, pineapple peel extract gel soap demonstrated stable physical characteristics and antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*, with the highest activity observed in the formulation containing 1.5% extract. However, the observed antibacterial activity cannot be attributed entirely to the pineapple peel extract because the base formulation also contained sodium lauryl sulfate (SLS), which may contribute to the antibacterial effect. These findings may serve as a basis for the further development of pineapple peel-based gel soap formulations, although further studies are required to determine the specific contribution of the extract to the observed antibacterial activity.

Keyword: Pineapple Peel ; Bromelain ; Soap ; *Staphylococcus aureus*

1. Pendahuluan

Mikroorganisme patogen merupakan salah satu penyebab berbagai gangguan kesehatan, termasuk infeksi superfisial yang disebabkan oleh bakteri. Infeksi bakteri masih menjadi perhatian karena meningkatnya resistensi terhadap antibiotik serta kemampuan bakteri bertahan hidup pada berbagai kondisi lingkungan. Kondisi tersebut mendorong pengembangan bahan antibakteri alternatif, termasuk bahan yang berasal dari alam dan mengandung berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. (Del Giudice, 2020; Hatlen & Miller, 2021; Linz et al., 2023)

Sebagai salah satu bakteri Gram positif, *Staphylococcus aureus* kerap ditemukan pada berbagai kasus infeksi superfisial. Bakteri ini dapat menjadi bagian dari flora normal tubuh, tetapi pada kondisi tertentu dapat berkembang menjadi agen penyebab infeksi yang ditandai dengan folikulitis, abses, serta pembentukan nanah pada luka. Selain itu, *S. aureus* memiliki berbagai faktor virulensi, kemampuan membentuk biofilm, serta resistensi terhadap beberapa antibiotik, termasuk *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). Karakteristik tersebut menyebabkan *S. aureus* menjadi salah satu bakteri yang penting dalam penelitian antibakteri, khususnya pada pengembangan sediaan topikal. (Hindy et al., 2022; Linz et al., 2023; Otto, 2014).

Salah satu bentuk sediaan topikal yang banyak dikembangkan adalah sabun gel. Sediaan ini digunakan untuk membantu membersihkan permukaan kulit dari kotoran, minyak berlebih, serta mikroorganisme. Selain memiliki kemampuan pembersihan, sabun gel juga harus memiliki karakteristik fisik yang sesuai, seperti homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, dan stabilitas busa. Stabilitas fisik menjadi aspek penting karena perubahan warna, aroma, bentuk, viskositas, maupun kemampuan berbusa dapat memengaruhi mutu sediaan selama penyimpanan (Mane & Dangare, 2020; Ziental et al., 2024).

Pengembangan bahan antibakteri dari sumber alam semakin banyak dilakukan karena berbagai tanaman diketahui mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri. Bahan alam juga memiliki keunggulan berupa ketersediaan sumber hayati yang beragam serta peluang pemanfaatannya sebagai bahan aktif dalam berbagai

sediaan topikal. Pemanfaatan bahan alam dalam formulasi farmasi dan kosmetik juga dapat meningkatkan nilai guna sumber hayati, termasuk bahan atau limbah yang sebelumnya belum dimanfaatkan secara optimal. (Cushnie et al., 2020; Khameneh et al., 2019; Silva et al., 2016).

Salah satu bahan alam yang berpotensi dikembangkan sebagai bahan aktif antibakteri adalah kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.). Kulit nanas mengandung sejumlah senyawa bioaktif, antara lain saponin, flavonoid, bromelain, alkaloid, tanin, serta senyawa fenolik. Bromelain merupakan enzim proteolitik yang telah dilaporkan memiliki aktivitas biologis, termasuk aktivitas antimikroba. Meskipun demikian, kontribusi spesifik bromelain terhadap aktivitas antibakteri dalam formulasi sabun gel belum dapat ditentukan secara langsung karena aktivitas suatu sediaan dapat dipengaruhi oleh berbagai komponen yang terdapat di dalam formula. (Ketnawa et al., 2012; Rini et al., 2017; Susanti Vh et al., 2021).

Pemanfaatan kulit nanas sebagai bahan aktif sediaan topikal juga memberikan nilai tambah dari aspek keberlanjutan karena kulit nanas merupakan limbah agroindustri yang dapat ditingkatkan nilai gunanya. (Manaroinson et al., 2015; Nurnaningsih & Laela, 2022; Rahmawati et al., 2021).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menunjukkan potensi antibakteri kulit nanas terhadap *S. aureus*. Manaroinson et al. (2015) melaporkan bahwa ekstrak kulit nanas memiliki daya hambat terhadap *S. aureus*, sedangkan Rahmawati et al. (2021) telah mengembangkan ekstrak kulit nanas dalam bentuk sabun cair dan menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap bakteri tersebut. Dengan demikian, kulit nanas memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai komponen dalam sediaan topikal. Penelitian terdahulu yang dirujuk dalam skripsi memang melaporkan aktivitas ekstrak kulit nanas maupun sabun cair ekstrak kulit nanas terhadap *S. aureus*.

Meskipun aktivitas antibakteri kulit nanas telah dilaporkan, penelitian terdahulu menggunakan pendekatan sediaan yang berbeda. Manaroinson et al. (2015) mengevaluasi aktivitas antibakteri ekstrak kulit nanas, sedangkan Rahmawati et al. (2021) mengembangkan ekstrak kulit nanas dalam bentuk sabun cair. Kajian mengenai formulasi ekstrak kulit nanas dalam bentuk sabun gel pada konsentrasi 0,5%, 1%, dan 1,5%, disertai evaluasi karakteristik fisik secara berkala selama 28 hari serta pengujian aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, masih perlu dikembangkan. Perbedaan bentuk sediaan, variasi konsentrasi ekstrak, serta evaluasi karakteristik fisik selama masa penyimpanan menjadi pendekatan yang membedakan penelitian ini dari penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan formulasi sabun gel ekstrak kulit nanas pada konsentrasi 0,5%, 1%, dan 1,5%, mengevaluasi karakteristik fisiknya selama 28 hari penyimpanan, serta menilai aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus*.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan tujuan memformulasikan sediaan sabun gel yang mengandung ekstrak kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) dalam beberapa variasi konsentrasi. Penelitian juga bertujuan mengevaluasi karakteristik fisik sediaan serta menguji aktivitas antibakterinya terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Sampel kulit nanas diperoleh dari Rimbau Panjang, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret–Juni 2025 di Laboratorium Farmasetika, Kimia Bahan Alam, dan Mikrobiologi-Parasitologi Universitas Abdurrah.

Alat yang digunakan meliputi oven (Mettler), timbangan analitik (Shimadzu), viskometer Brookfield (Lamy Rheology Instruments), rotary evaporator (EYELA), autoklaf (GEA Medical), inkubator (Mettler), laminar air flow (LabTech), pH meter, mikropipet, serta peralatan gelas laboratorium lainnya. Bahan yang digunakan terdiri atas ekstrak kulit nanas, Carbopol® 940, trietanolamin (TEA), sodium lauryl sulfate (SLS), propilen glikol, metil paraben, aquades, etanol 96%, NaCl 0,9%, media Mueller-Hinton Agar (MHA), dan bakteri *Staphylococcus aureus*.

Ekstraksi simplisia dilakukan menggunakan teknik maserasi dengan pelarut etanol 96%. Sebanyak 750 g serbuk simplisia dimaserasi dalam 2250 mL etanol selama 72 jam, disertai

pengadukan setiap hari untuk membantu proses penyarian.. Setelah proses perendaman selesai, dilakukan penyaringan untuk memisahkan ampas dan filtrat. Residu kemudian diekstraksi kembali memakai volume pelarut yang sama selama dua hari hingga hasil ekstraksi terlihat hampir bening. Seluruh filtrat dikumpulkan dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental. Rendemen ekstrak dihitung menggunakan rumus.:

$$\text{Rendemen ekstrak}(\%) = \frac{\text{Bobot Hasil (g)}}{\text{Bobot Bahan awal (g)}} \times 100\%$$

Formulasi sabun dilakukan dengan mendispersikan Carbopol® 940 sebanyak 1 g ke dalam campuran TEA 1,5% dan aquades, kemudian didiamkan selama 15–30 menit hingga terbentuk basis gel homogen. Metil paraben 0,2% dan SLS 1% dilarutkan secara terpisah menggunakan air panas, kemudian dicampurkan ke dalam basis gel bersama propilen glikol 1%. Ekstrak kulit nanas ditambahkan sesuai variasi konsentrasi formula, yaitu F0 (0%), F1 (0,5%), F2 (1%), dan F3 (1,5%). Selanjutnya ditambahkan sisa aquades sedikit demi sedikit sambil diaduk perlahan hingga terbentuk sediaan gel homogen.

Evaluasi sediaan meliputi uji organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, dan stabilitas busa yang dilakukan pada hari ke-1, 7, 14, 21, dan 28 selama penyimpanan pada suhu ruang. Pemeriksaan organoleptik meliputi pengamatan terhadap warna, aroma, bentuk, dan tekstur sediaan. Homogenitas dievaluasi dengan mengoleskan sampel pada kaca objek untuk mengamati adanya partikel kasar atau gumpalan. Nilai pH diukur menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi dengan larutan dapar pH 4,01; 6,86; dan 9,18. Pengujian viskositas dilakukan menggunakan viskometer Brookfield dengan *spindle* nomor 4 pada kecepatan 60 rpm selama 30 detik. Pengukuran pH dan viskositas dilakukan dalam tiga kali pengulangan. Daya sebar diuji menggunakan 0,5 g sampel dengan pemberian beban bertahap 50–250 g, kemudian diameter penyebaran diukur. Stabilitas busa ditentukan dengan melarutkan 1 g sediaan dalam 10 mL akuades, kemudian dikocok hingga terbentuk busa. Tinggi busa diukur pada awal pengujian dan setelah didiamkan selama lima menit.

Pengujian aktivitas antibakteri diawali dengan sterilisasi peralatan sesuai dengan jenis bahan. Alat non-gelas disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, sedangkan alat gelas disterilkan menggunakan oven pada suhu 160–170°C selama kurang lebih dua jam. Mueller-Hinton Agar dibuat dengan melarutkan 5,7 g MHA dalam 150 mL akuades, kemudian disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit dan dituangkan ke dalam cawan petri steril.

Bakteri *Staphylococcus aureus* diinokulasikan pada media agar miring dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Suspensi bakteri dibuat menggunakan NaCl fisiologis 0,9% hingga tingkat kekeruhannya setara dengan standar 0,5 McFarland. Standar tersebut dibuat dengan mencampurkan 99,5 mL H₂SO₄ 0,36 N dan 0,5 mL BaCl₂·2H₂O 1,175%, kemudian dihomogenkan hingga terbentuk larutan keruh.

Aktivitas antibakteri diuji menggunakan metode difusi agar teknik sumuran. Kelompok pengujian terdiri atas kontrol positif berupa gel klindamisin 1%, F0 (0%), F1 (0,5%), F2 (1%), dan F3 (1,5%). Sebanyak 50 µL masing-masing sampel dimasukkan ke dalam sumuran pada media yang telah diinokulasi bakteri. Pengujian dilakukan dalam tiga kali pengulangan pada setiap kelompok. Seluruh media kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Diameter zona hambat yang terbentuk diukur pada arah horizontal dan vertikal menggunakan jangka sorong, kemudian dihitung nilai rerata diameter zona hambat.

Data diameter zona hambat dianalisis menggunakan program IBM SPSS Statistics 26. Uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro–Wilk dan homogenitas varians diuji menggunakan Levene. Data yang memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas dianalisis menggunakan *one-way ANOVA*, kemudian dilanjutkan dengan uji *post-hoc* Tukey HSD untuk mengetahui perbedaan antar kelompok pada tingkat kemaknaan $p < 0,05$.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil

Jumlah data yang diperoleh dari rekam medis Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Gamping tahun 2023 – 2025 sebanyak 664 pasien. Data kadar TSH yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi sejumlah 89 maka dilakukan pengumpulan data dengan cara total sampling. Pengolahan data menggunakan IBM SPSS Statistics versi 25, didapatkan hasil sebagai berikut :

Verifikasi identitas tanaman yang dilakukan di Laboratorium Botani FMIPA Universitas Riau menunjukkan bahwa bahan yang digunakan berasal dari tanaman nanas (*Ananas comosus*) anggota famili Bromeliaceae. Bagian tanaman yang menjadi objek penelitian adalah kulit buah nanas yang dimanfaatkan sebagai sumber bahan aktif.. Proses pembuatan simplisia menghasilkan 750 g simplisia kering dari 5000 g kulit nanas segar dengan rendemen sebesar 15%. Selanjutnya, proses ekstraksi menghasilkan 187,67 g ekstrak kental dengan rendemen ekstrak sebesar 25,02%. Rendemen ekstrak yang relatif tinggi menunjukkan bahwa kulit nanas mengandung senyawa bioaktif dalam jumlah cukup besar yang dapat terekstraksi secara efektif menggunakan etanol 96%. Etanol diketahui mampu melarutkan senyawa polar dan semipolar seperti flavonoid, tanin, alkaloid, saponin, serta enzim bromelin yang memiliki aktivitas antibakteri. Hasil rendemen simplisia dan ekstrak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen simplisia dan ekstrak kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.)

Parameter	Hasil
Berat kulit nanas segar	5000 g
Berat simplisia	750 g
Rendemen simplisia	15%
Berat ekstrak	187,67 g
Rendemen ekstrak	25,02%

Berdasarkan Tabel 1, proses ekstraksi menghasilkan rendemen ekstrak sebesar 25,02%. Nilai rendemen tersebut menunjukkan jumlah ekstrak kental yang diperoleh dari simplisia kulit nanas setelah proses maserasi menggunakan etanol 96%.

Evaluasi organoleptik menunjukkan bahwa seluruh formula tetap stabil secara fisik selama penyimpanan 28 hari. Formula F0 memiliki tampilan bening tanpa bau, sedangkan formula yang mengandung ekstrak kulit nanas menunjukkan warna kuning hingga kuning tua dengan aroma khas nanas. Peningkatan konsentrasi ekstrak menghasilkan warna kuning yang semakin pekat akibat adanya pigmen alami dan senyawa fenolik dalam ekstrak. Seluruh formula mempertahankan konsistensi semisolid yang kental tanpa terjadi pemisahan fase maupun perubahan bau selama masa penyimpanan, sehingga menunjukkan stabilitas fisik yang baik. Selain itu, seluruh formula menunjukkan homogenitas yang baik tanpa adanya partikel kasar maupun pemisahan fase. Homogenitas tersebut menunjukkan bahwa seluruh komponen formula terdispersi secara merata dalam matriks gel.

Hasil evaluasi pH menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki nilai pH berkisar antara 5,53–7,02 selama penyimpanan dan masih memenuhi persyaratan pH sediaan berdasarkan SNI 16-4380-1996 yaitu 4,5–7,8. Nilai pH mengalami penurunan secara bertahap selama penyimpanan, terutama pada formula dengan konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi.. Meskipun demikian, seluruh formula masih berada dalam rentang pH fisiologis kulit sehingga aman digunakan secara topikal dan tidak berpotensi menyebabkan iritasi kulit. Hasil lengkap evaluasi pH selama 28 hari penyimpanan disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Evaluasi pH formula sabun selama 28 hari penyimpanan

Formula	Hari ke-1	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21	Hari ke-28
F0	7,02 ± 0,02	6,80 ± 0,06	6,59 ± 0,07	6,35 ± 0,05	6,04 ± 0,04
FI	6,82 ± 0,05	6,44 ± 0,02	6,41 ± 0,02	6,23 ± 0,01	6,03 ± 0,01
FII	6,41 ± 0,08	6,22 ± 0,01	6,12 ± 0,01	5,66 ± 0,03	5,66 ± 0,03
FIII	6,53 ± 0,06	6,14 ± 0,08	5,86 ± 0,01	5,82 ± 0,01	5,53 ± 0,05

Keterangan:

F0 = Sediaan tanpa ekstrak kulit nanas

FI = Sediaan dengan ekstrak kulit nanas 0,5%.

FII = Sediaan dengan ekstrak kulit nanas 1%.

FIII = Sediaan dengan ekstrak kulit nanas 1,5%.

Berdasarkan tabel 2, seluruh formula mengalami penurunan pH secara bertahap selama penyimpanan dengan Formula FIII menunjukkan nilai pH terendah pada hari ke-28. Namun demikian, seluruh formula masih memenuhi persyaratan pH yang dapat diterima untuk sediaan topikal.

Nilai viskositas formula berkisar antara 8230,00–15606,67 cPs, Seluruh formula menunjukkan penurunan viskositas secara bertahap selama penyimpanan. Formula FII memiliki viskositas awal tertinggi, sedangkan Formula F0 menunjukkan viskositas terendah setelah 28 hari penyimpanan. Penurunan viskositas tersebut sejalan dengan peningkatan daya sebar formula. Hasil uji daya sebar menunjukkan nilai berkisar antara 4,17–6,40 cm dengan sebagian besar formula berada pada rentang daya sebar ideal yaitu 5–7 cm.

Evaluasi stabilitas busa menunjukkan bahwa formula yang mengandung ekstrak kulit nanas menghasilkan busa yang lebih stabil dibandingkan formula blanko. Formula FIII menunjukkan stabilitas busa tertinggi, sedangkan Formula F0 memiliki stabilitas terendah setelah penyimpanan. Nilai stabilitas busa berkisar antara 64,40%–87,73%.. Hasil lengkap stabilitas busa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Stabilitas busa formula sabun selama 28 hari penyimpanan

Formula	Hari ke-1	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21	Hari ke-28
F0	74,0 ± 0,01	72,10 ± 0,01	69,0 ± 0,01	66,90 ± 0,03	64,40 ± 0,03
FI	82,43 ± 0,03	80,0 ± 0,02	76,10 ± 0,07	73,03 ± 0,05	71,33 ± 0,08
FII	85,30 ± 0,01	84,10 ± 0,03	82,13 ± 0,02	80,90 ± 0,00	79,13 ± 0,04
FIII	87,73 ± 0,02	84,80 ± 0,01	83,70 ± 0,02	81,13 ± 0,01	79,57 ± 0,01

Keterangan:

F0 = Sediaan tanpa ekstrak kulit nanas

FI = Sediaan dengan ekstrak kulit nanas 0,5%.

FII = Sediaan dengan ekstrak kulit nanas 1%.

FIII = Sediaan dengan ekstrak kulit nanas 1,5

Berdasarkan tabel 3, formula yang mengandung ekstrak kulit nanas secara konsisten menunjukkan nilai stabilitas busa yang lebih tinggi dibandingkan formula blanko selama masa penyimpanan. Formula FIII mempertahankan stabilitas busa tertinggi sehingga menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak dapat meningkatkan kemampuan mempertahankan busa.

Hasil pengujian aktivitas antibakteri memperlihatkan bahwa seluruh formula memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* serta tergolong ke dalam kategori aktivitas antibakteri yang kuat.. Formula FIII yang mengandung ekstrak kulit nanas 1,5% menunjukkan diameter zona hambat terbesar yaitu $17,3 \pm 0,15$ mm, diikuti oleh FII ($16,7 \pm 0,25$ mm), FI ($16,2 \pm 0,55$ mm), dan F0 ($15,8 \pm 0,40$ mm). Menariknya, seluruh formula menunjukkan diameter zona hambat yang lebih besar dibandingkan kontrol positif berupa gel klindamisin ($14,6 \pm 0,15$ mm). Hasil aktivitas antibakteri disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Aktivitas antibakteri formula sabun terhadap *Staphylococcus aureus*

Kosentrasi	Diameter Zona Hambat (mm)			Rata-rata $\pm$ SD	Kategori
	PI	PII	PIII		
K (+)	14,4	14,6	14,7	$14,6 \pm 0,15^a$	Kuat
F0	16,2	15,7	15,4	$15,8 \pm 0,40^b$	Kuat
FI	16,5	16,5	15,5	$16,2 \pm 0,55^{bc}$	Kuat
FII	16,9	16,7	16,4	$16,7 \pm 0,25^{bc}$	Kuat
FIII	17,1	17,4	17,3	$17,3 \pm 0,15^c$	Kuat

Keterangan: Huruf superskrip yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna berdasarkan uji Tukey HSD ($p > 0,05$).

K (+) = Gel Klindamisin (MediKlin Gel 1%)
F0 = Sediaan tanpa ekstrak kulit nanas
FI = Sediaan dengan ekstrak kulit nanas 0,5%.
FII = Sediaan dengan ekstrak kulit nanas 1%.
FIII = Sediaan dengan ekstrak kulit nanas 1,5

Berdasarkan tabel 4, seluruh formula menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap *Staphylococcus aureus* dengan kategori kuat. Rata-rata diameter zona hambat berturut-turut adalah K+ sebesar $14,6 \pm 0,15$ mm, F0 sebesar $15,8 \pm 0,40$ mm, FI sebesar $16,2 \pm 0,55$ mm, FII sebesar $16,7 \pm 0,25$ mm, dan FIII sebesar $17,3 \pm 0,15$ mm. Secara numerik, diameter zona hambat cenderung meningkat seiring peningkatan konsentrasi ekstrak kulit nanas. Namun, F0 yang tidak mengandung ekstrak juga menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat, sehingga aktivitas penghambatan pada formula tidak dapat sepenuhnya diatribusikan pada ekstrak kulit nanas dan kemungkinan turut dipengaruhi oleh komponen basis formulasi, terutama SLS.

Hasil uji Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa data diameter zona hambat pada seluruh kelompok berdistribusi normal ($p > 0,05$), sedangkan uji Levene menunjukkan varians antar kelompok homogen ($p = 0,094$). Analisis one-way ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan bermakna diameter zona hambat antar kelompok, $F(4,10) = 27,066$; $p < 0,001$. Uji post-hoc Tukey HSD menunjukkan bahwa FIII memiliki diameter zona hambat yang secara bermakna lebih tinggi dibandingkan K+ ($p < 0,001$), F0 ($p = 0,002$), dan FI ($p = 0,025$), tetapi tidak berbeda bermakna dengan FII ($p = 0,267$).

Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) berhasil diformulasikan menjadi sabun gel dengan karakteristik fisik yang stabil serta aktivitas antibakteri yang menjanjikan terhadap *Staphylococcus aureus*. Keberhasilan formulasi ini diawali dari proses ekstraksi yang menghasilkan rendemen ekstrak sebesar 25,02%, menunjukkan bahwa kulit nanas mengandung metabolit sekunder terlarut dalam jumlah yang cukup tinggi. Digunakannya etanol 96% sebagai pelarut dinilai mampu mengekstraksi berbagai senyawa polar, seperti flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, serta enzim bromelain

yang diketahui memiliki potensi sebagai antibakteri. (Haslinda et al., 2023; Vita Wendersteyt et al., 2021) Kandungan metabolit sekunder tersebut kemudian berperan penting tidak hanya terhadap aktivitas antibakteri, tetapi juga memengaruhi karakteristik fisik formulasi yang dihasilkan. (Rustini et al., 2026)

Hal ini terlihat dari hasil evaluasi organoleptik dan homogenitas yang menunjukkan bahwa seluruh formulasi tetap stabil selama 28 hari penyimpanan. Seluruh sediaan mempertahankan konsistensi semisolid yang kental tanpa adanya pemisahan fase, sedangkan peningkatan konsentrasi ekstrak menyebabkan warna formulasi menjadi semakin kuning akibat keberadaan pigmen alami dan senyawa fenolik pada ekstrak kulit nanas. Homogenitas yang baik menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat terdispersi secara merata dalam matriks gel, sehingga distribusi bahan aktif menjadi lebih optimal. Stabilitas fisik ini kemungkinan dipengaruhi oleh penggunaan Carbopol® 940 sebagai gelling agent yang memiliki kemampuan membentuk struktur gel yang stabil dan mempertahankan dispersi bahan dalam sistem (Safitri et al., 2021). Selain itu, propilen glikol yang digunakan sebagai humektan turut membantu mempertahankan kelembapan formulasi sehingga perubahan fisik selama penyimpanan dapat diminimalkan (Mawazi et al., 2022). Stabilitas fisik yang baik tersebut juga tercermin pada parameter pH formulasi selama penyimpanan.

Hasil evaluasi pH menunjukkan bahwa seluruh formulasi memiliki nilai pH berkisar 5,53–7,02 dan masih berada dalam rentang pH yang dipersyaratkan untuk sediaan pembersih kulit berdasarkan SNI 16-4380-1996. Selama penyimpanan terjadi penurunan pH secara bertahap, terutama pada formulasi dengan konsentrasi ekstrak lebih tinggi. Penurunan pH tersebut diduga berkaitan dengan keberadaan senyawa asam alami dalam ekstrak kulit nanas, seperti asam organik dan senyawa fenolik (Nirwana et al., 2025). Perubahan pH selama penyimpanan juga dapat berkaitan dengan perubahan sifat reologi formulasi, terutama viskositas dan daya sebar. (Iglesias et al., 2018). Meskipun seluruh formulasi masih berada dalam rentang pH yang dipersyaratkan, kesesuaian nilai pH tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya dasar untuk menyimpulkan keamanan penggunaan secara topikal karena penelitian ini tidak melakukan uji iritasi atau pengujian dermatologis.

Seluruh formulasi memenuhi standar viskositas sediaan semisolid yaitu 3000–50000 cPs, meskipun terjadi penurunan viskositas selama penyimpanan. Penurunan viskositas umumnya berkaitan dengan relaksasi struktur jaringan gel, perubahan interaksi antar molekul, serta penurunan stabilitas polimer selama penyimpanan jangka Panjang (Binder et al., 2019). Variasi viskositas antar formulasi juga dapat dipengaruhi oleh proses pencampuran dan kondisi formulasi karena faktor tersebut berperan dalam menentukan struktur internal gel serta perilaku alirnya (Apriani et al., 2023). Penurunan viskositas yang terjadi selama penyimpanan menyebabkan peningkatan daya sebar formulasi, menunjukkan adanya hubungan berbanding terbalik antara kedua parameter tersebut. Hubungan ini umum ditemukan pada sediaan semisolid, dimana peningkatan viskositas akan menurunkan kemampuan penyebaran sediaan (Imbriano et al., 2025; Pârvănescu et al., 2025). Sebagian besar formulasi masih berada pada rentang daya sebar ideal yaitu 5–7 cm sehingga menunjukkan karakteristik reologi yang baik.

Evaluasi stabilitas busa menunjukkan bahwa formulasi yang mengandung ekstrak kulit nanas menghasilkan busa yang lebih stabil dibandingkan formulasi blanko. Formula FIII memiliki stabilitas busa tertinggi, sedangkan Formula F0 menunjukkan stabilitas terendah setelah penyimpanan. Peningkatan stabilitas busa ini kemungkinan dipengaruhi oleh kandungan saponin alami pada kulit nanas yang memiliki sifat menyerupai surfaktan sehingga mampu meningkatkan pembentukan dan mempertahankan kestabilan busa (Rosmainar, 2021). Walaupun terjadi penurunan stabilitas busa selama penyimpanan, kondisi tersebut kemungkinan berkaitan dengan perubahan stabilitas surfaktan serta degradasi komponen aktif akibat proses oksidasi dan interaksi lingkungan selama penyimpanan jangka panjang. Surfaktan anionik seperti sodium lauryl sulfate (SLS) diketahui dapat mengalami degradasi melalui mekanisme oksidatif yang berpotensi memengaruhi kemampuan pembentukan dan kestabilan busa seiring waktu (Kozuch et al., 2023; Mareta & Helmy, 2015). Meskipun demikian, formulasi yang mengandung ekstrak kulit nanas tetap mempertahankan nilai stabilitas busa di atas 70%, sehingga masih memenuhi kriteria stabilitas busa yang baik.

Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh keberadaan senyawa saponin dalam ekstrak kulit nanas yang memiliki sifat surfaktan alami dan mampu meningkatkan pembentukan serta mempertahankan kestabilan busa melalui penurunan tegangan permukaan dan pembentukan lapisan antarmuka yang lebih stabil (Faria-Silva et al., 2025; Rai et al., 2021). Secara keseluruhan, formula yang mengandung ekstrak kulit nanas (F1–F3) tetap homogen, memiliki pH dan viskositas dalam rentang yang dapat diterima, serta mempertahankan stabilitas busa di atas 70% selama 28 hari penyimpanan.

Uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa seluruh formulasi memiliki kemampuan penghambatan terhadap *Staphylococcus aureus*. Formula FIII dengan konsentrasi ekstrak kulit nanas 1,5% menghasilkan diameter zona hambat numerik tertinggi sebesar $17,3 \pm 0,15$ mm, diikuti FII sebesar $16,7 \pm 0,25$ mm, FI sebesar $16,2 \pm 0,55$ mm, dan F0 sebesar $15,8 \pm 0,40$ mm. Namun, F0 yang tidak mengandung ekstrak juga menunjukkan zona hambat yang kuat. Temuan tersebut menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri formula tidak dapat sepenuhnya diatribusikan kepada ekstrak kulit nanas. Keberadaan *sodium lauryl sulfate* (SLS) sebagai surfaktan anionik dalam seluruh formula kemungkinan turut memberikan kontribusi terhadap aktivitas penghambatan melalui interaksi dengan membran dan protein bakteri. Oleh karena itu, kecenderungan peningkatan diameter zona hambat seiring peningkatan konsentrasi ekstrak perlu diinterpretasikan dengan mempertimbangkan kontribusi basis formulasi. (Falk, 2019; Shamsudin et al., 2022)

Analisis *one-way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan bermakna diameter zona hambat antar kelompok, $F(4,10)=27,066$; $p<0,001$. Hasil *post-hoc* Tukey HSD menunjukkan bahwa FIII memiliki diameter zona hambat lebih tinggi secara bermakna dibandingkan K+, F0, dan FI, tetapi tidak berbeda bermakna dengan FII ($p=0,267$). Dengan demikian, peningkatan konsentrasi ekstrak dari 1% menjadi 1,5% menghasilkan peningkatan diameter zona hambat secara numerik, tetapi peningkatan tersebut tidak signifikan secara statistik. Hasil ini menunjukkan adanya kecenderungan hubungan antara konsentrasi ekstrak dan aktivitas antibakteri, namun kontribusi spesifik ekstrak belum dapat dipisahkan dari pengaruh komponen basis, terutama SLS.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Manaroinsong et al. (2015) yang melaporkan zona hambat ekstrak kulit nanas terhadap *S. aureus* sebesar 15,06 mm, sedangkan Rahmawati et al. (2021) memperoleh zona hambat tertinggi $21,78 \pm 0,84$ mm pada sabun cair ekstrak kulit nanas 9%. Perbedaan nilai tersebut dapat dipengaruhi oleh variasi konsentrasi ekstrak, pelarut ekstraksi, bentuk sediaan, metode difusi, dan strain bakteri yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan ekstrak etanol 96% dengan konsentrasi 0,5–1,5% dalam bentuk sabun gel, sehingga hasil antarpemeriksaan tidak dapat dibandingkan secara langsung. (Manaroinsong et al., 2015; Rahmawati et al., 2021)

Meskipun Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian aktivitas antibakteri hanya dilakukan terhadap satu jenis bakteri yaitu *Staphylococcus aureus*, sehingga efektivitas formulasi terhadap bakteri lain belum diketahui. Selain itu, penggunaan sodium lauryl sulfate (SLS) kemungkinan turut memberikan kontribusi terhadap aktivitas antibakteri formulasi sehingga pengaruh spesifik ekstrak kulit nanas belum dapat dievaluasi secara murni. Penelitian ini juga belum mencakup uji iritasi, uji stabilitas jangka panjang, maupun identifikasi kadar senyawa aktif dalam ekstrak. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan untuk mengevaluasi keamanan, stabilitas, dan efektivitas formulasi secara lebih komprehensif.

4. Simpulan dan Saran

Simpulan

Penelitian ini berhasil menghasilkan sediaan sabun gel berbasis ekstrak kulit nanas (*Ananas comosus*) pada konsentrasi 0,5%, 1%, dan 1,5%. Seluruh formula menunjukkan kualitas fisik yang baik berdasarkan hasil pengujian homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, dan stabilitas busa selama 28 hari penyimpanan. Nilai pH serta viskositas yang diperoleh juga telah sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam SNI 16-4380-1996.

Seluruh formula menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap *Staphylococcus aureus*. FIII (1,5%) menghasilkan diameter zona hambat tertinggi sebesar $17,3 \pm 0,15$ mm, tetapi tidak berbeda bermakna dengan FII (1%) berdasarkan uji Tukey HSD ($p=0,267$). F0 tanpa ekstrak juga menunjukkan aktivitas antibakteri, sehingga efek penghambatan tidak dapat sepenuhnya diatribusikan pada ekstrak kulit nanas dan kemungkinan turut dipengaruhi oleh komponen basis, terutama SLS.

Dengan formulasi sabun gel ekstrak kulit nanas menunjukkan potensi untuk dikembangkan lebih lanjut, namun diperlukan penelitian lanjutan menggunakan basis tanpa aktivitas antibakteri, serta pengujian iritasi dan stabilitas jangka panjang untuk mengevaluasi kontribusi spesifik ekstrak, keamanan, dan kestabilan sediaan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan surfaktan atau basis formulasi yang tidak memiliki aktivitas antibakteri agar kontribusi spesifik ekstrak kulit nanas terhadap aktivitas penghambatan dapat dievaluasi dengan lebih jelas. Selain itu, perlu dilakukan uji iritasi atau evaluasi keamanan topikal, uji stabilitas jangka panjang, serta identifikasi dan standardisasi kandungan senyawa aktif dalam ekstrak kulit nanas. Pengujian terhadap bakteri lain juga dapat dilakukan untuk memperluas informasi mengenai spektrum aktivitas antibakteri formulasi.

5. Daftar Pustaka

- Apriani, E. F., Kornelia, N., & Amriani, A. (2023). Optimizing gel formulations using Carbopol 940 and sodium alginate containing *Andrographis paniculata* extract for burn-wound healing. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 10(3), 300–311. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v10i32023.300-311>
- Binder, L., Mazál, J., Petz, R., Klang, V., & Valenta, C. (2019). The role of viscosity on skin penetration from cellulose ether-based hydrogels. *Skin Research and Technology*, 25(5), 725–734. <https://doi.org/10.1111/srt.12709>
- Cushnie, T. P. T., Cushnie, B., Echeverría, J., Fowsantear, W., Thammawat, S., Dodgson, J. L. A., Law, S., & Clow, S. M. (2020). Bioprospecting for antibacterial drugs: A multidisciplinary perspective on natural product source material, bioassay selection and avoidable pitfalls. *Pharmaceutical Research*, 37(7), 125. <https://doi.org/10.1007/s11095-020-02849-1>
- Del Giudice, P. (2020). Skin infections caused by *Staphylococcus aureus*. *Acta Dermato-Venereologica*, 100(9), adv00110. <https://doi.org/10.2340/00015555-3466>
- Falk, N. A. (2019). Surfactants as antimicrobials: A brief overview of microbial interfacial chemistry and surfactant antimicrobial activity. *Journal of Surfactants and Detergents*, 22(5), 1119–1127. <https://doi.org/10.1002/jsde.12293>
- Faria-Silva, C., Scavone, D., Marto, J., Carvalho, M., & Simões, S. (2025). Topical foams containing natural saponins: A world of opportunities in pharmaceutical and cosmetic sciences. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 109, 106988. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2025.106988>
- Noor Hashim, N. H., & Abdullah, N. A. (2023). Effect of extraction methods on total phenolic content and antioxidant activity of *Ananas comosus* peel: A mini review. *Revelation and Science*, 1(1). <https://doi.org/10.31436/revival.v1i1.381>
- Hatlen, T. J., & Miller, L. G. (2021). Staphylococcal skin and soft tissue infections. *Infectious Disease Clinics of North America*, 35(1), 81–105. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2020.10.003>
- Hindy, J. R., Haddad, S. F., & Kanj, S. S. (2022). New drugs for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* skin and soft tissue infections. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 35(2), 112–119. <https://doi.org/10.1097/QCO.0000000000000800>

- Iglesias, N., Galbis, E., Valencia, C., de-Paz, M. V., & Galbis, J. A. (2018). Reversible pH-sensitive chitosan-based hydrogels: Influence of dispersion composition on rheological properties and sustained drug delivery. *Polymers*, 10(4), 392. <https://doi.org/10.3390/polym10040392>
- Imbriano, A., Mendico, M., Primavilla, S., Carafa, M., Perioli, L., Ricci, M., Di Michele, A., Viseras, C., Pagano, C., García Villén, F., & de Melo Barbosa, R. (2025). Development of nanoemulgel system based on *Opuntia ficus-indica* (L.) seed oil and nanoclays: Formulation, characterization and application for wound treatment. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 111, 107151. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2025.107151>
- Ketnawa, S., Chaiwut, P., & Rawdkuen, S. (2012). Pineapple wastes: A potential source for bromelain extraction. *Food and Bioprocess Processing*, 90(3), 385–391. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2011.12.006>
- Khameneh, B., Iranshahy, M., Soheili, V., & Fazly Bazzaz, B. S. (2019). Review on plant antimicrobials: A mechanistic viewpoint. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 8, 118. <https://doi.org/10.1186/s13756-019-0559-6>
- Kozuch, B., Weber, J., Buske, J., Mäder, K., Garidel, P., & Diederichs, T. (2023). Comparative stability study of polysorbate 20 and polysorbate 80 related to oxidative degradation. *Pharmaceutics*, 15(9), 2332. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15092332>
- Linz, M. S., Mattappallil, A., Finkel, D., & Parker, D. (2023). Clinical impact of *Staphylococcus aureus* skin and soft tissue infections. *Antibiotics*, 12(3), 557. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12030557>
- Manaroinsong, A., Abidjulu, J., & Siagian, K. V. (2015). Uji daya hambat ekstrak kulit nanas (*Ananas comosus* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* secara in vitro. *PHARMACON*, 4(4). <https://doi.org/10.35799/pha.4.2015.10188>
- Mane, P. K., & Dangare, A. (2020). Herbal face wash gel of *Cynodon dactylon* having antimicrobial, anti-inflammatory action. *Pharmaceutical Resonance*, 3(1), 36–43.
- Maretta, A., & Helmy, Q. (2015). Degradasi surfaktan sodium lauryl sulfat dengan proses fotokatalisis menggunakan nano partikel ZnO. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 21(1), 1–8. <https://doi.org/10.5614/jtl.2015.21.1.1>
- Mawazi, S. M., Ann, J., Othman, N., Khan, J., Alolayan, S. O., Al Thagfan, S. S., & Kaleemullah, M. (2022). A review of moisturizers: History, preparation, characterization and applications. *Cosmetics*, 9(3), 61. <https://doi.org/10.3390/cosmetics9030061>
- Nirwana, F. M., Putri, S. H., & Suparno, D. N. (2025). Karakteristik fisikokimia ekstrak kulit nanas. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 13(3), 450–459. <https://doi.org/10.24843/JRMA.2025.v13.i03.p13>
- Nurnaningsih, H., & Laela, D. S. (2022). Efektivitas daya antibakteri berbagai konsentrasi enzim bromelain dari ekstrak buah nanas *Ananas comosus* (L.) Merr. terhadap *Streptococcus mutans* secara in-vitro. *Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students*, 6(1), 74–81. <https://doi.org/10.24198/pjdrs.v6i1.38211>
- Otto, M. (2014). *Staphylococcus aureus* toxins. *Current Opinion in Microbiology*, 17, 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2013.11.004>
- Pârvănescu, R., Trandafirescu, C., Musuc, A. M., Ozon, E. A., Culita, D. C., Mitran, R.-A., Stănculescu, C.-I., & Șoica, C. (2025). Comparative physicochemical and pharmacotechnical evaluation of three topical gel-cream formulations. *Gels*, 11(7), 532. <https://doi.org/10.3390/gels11070532>
- Maulida, R., Rahmawati, I., & Aisyah, S. (2021). Potensi antibakteri sediaan sabun cair ekstrak kulit nanas (*Ananas comosus* L. Merr.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *Jurnal Farmasi & Sains Indonesia*, 4(2), 1–11. <https://doi.org/10.52216/jfsi.vol4no2p1-11>
- Rai, S., Acharya-Siwakoti, E., Kafle, A., Devkota, H. P., & Bhattarai, A. (2021). Plant-derived saponins: A review of their surfactant properties and applications. *Sci*, 3(4), 44. <https://doi.org/10.3390/sci3040044>

- Rini, A. R. S., Supartono, S., & Wijayati, N. (2017). Hand sanitizer ekstrak kulit nanas sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(1), 61–66. <https://doi.org/10.15294/ijcs.v6i1.11536>
- Rosmainar, L. (2021). Formulasi dan evaluasi sediaan sabun cair dari ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) dan kopi robusta (*Coffea canephora*) serta uji cemaran mikroba. *Jurnal Kimia Riset*, 6(1), 58–67. <https://doi.org/10.20473/jkr.v6i1.25554>
- Rustini, N. L., Rahayu, M. O., & Puspawati, N. M. (2026). Uji aktivitas antibakteri ekstrak mahkota nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) terhadap *Staphylococcus aureus* serta identifikasi kandungan senyawa flavonoidnya. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*, 20(1), 1–8. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2026.v20.i01.p01>
- Safitri, F. I., Nawangsari, D., & Febrina, D. (2021). Overview: Application of Carbopol 940 in gel. In *Proceedings of the International Conference on Health and Medical Sciences (AHMS 2020)* (pp. 80–84). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/ahsr.k.210127.018>
- Shamsudin, N. F., Ahmed, Q. U., Mahmood, S., Shah, S. A. A., Khatib, A., Mukhtar, S., Alsharif, M. A., Parveen, H., & Zakaria, Z. A. (2022). Antibacterial effects of flavonoids and their structure-activity relationship study: A comparative interpretation. *Molecules*, 27(4), 1149. <https://doi.org/10.3390/molecules27041149>
- Silva, L. N., Zimmer, K. R., Macedo, A. J., & Trentin, D. S. (2016). Plant natural products targeting bacterial virulence factors. *Chemical Reviews*, 116(16), 9162–9236. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00184>
- Susanti VH, E., Mulyani, S., Ariani, S. R. D., Utomo, S. B., & Antrakusuma, B. (2021). Phytochemical screening of honey pineapple peel extract and its application as an antibacterial additive in dish soap formulation. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 6(1), 49–58. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v6i1.45444>
- Wendersteyt, N. V., Wewengkang, D. S., & Abdullah, S. S. (2021). Uji aktivitas antimikroba dari ekstrak dan fraksi ascidian *Herdmania momus* dari perairan Pulau Bangka Likupang terhadap pertumbuhan mikroba *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, dan *Candida albicans*. *PHARMACON*, 10(1), 706–712. <https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.32758>
- Ziental, D., Czarczynska-Goslinska, B., Wysocki, M., Ptaszek, M., & Sobotta, Ł. (2024). Advances and perspectives in use of semisolid formulations for photodynamic methods. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 204, 114485. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2024.114485>