



Pengaruh Lama Penyimpanan Ekstrak Kulit Jeruk, Bonggol Pisang Dan Belimbing Wuluh Terhadap Daya Hambat Bakteri (*Staphylococcus aureus*)

Wulan Retno Widyanti^{1✉}, Demes Nurmayanti², Marlik³, Rachmaniyah⁴, Uswatul Choiriyah⁵

¹Poltekkes Kemenkes Surabaya, Indonesia

E-mail / HP : demes@poltekkesdepkes-sby.ac.id / 0811-3627-796

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
Diterima: Juli 2025 Disetujui: Maret 2026 Dipublikasi: Mei 2026	<p>Latar Belakang : Volume sampah yang dihasilkan di Indonesia telah mencapai 19,45 juta ton sepanjang tahun 2022. Sampah tersebut terdiri dari sampah organik dan anorganik yang dapat mencemari lingkungan, sampah organik antara lain kulit jeruk, bonggol pisang, dan belimbing wuluh kaya antibakteri flavonoid dan belum banyak dimanfaatkan. Tujuan : Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh lama penyimpanan ekstrak terhadap daya hambat <i>Staphylococcus aureus</i>. Metode : Jenis penelitian true experiment dengan rancangan posttest only control group. Ekstrak kulit jeruk, bonggol pisang, dan belimbing wuluh pada konsentrasi 75% diekstraksi dengan pelarut etanol 70% dan diuji kandungan flavonoid serta daya hambat bakterinya. Pengujian menggunakan metode difusi sumuran dengan variasi waktu simpan 7, 14, dan 21 hari pada suhu ruang 25–35°C dan kelembaban 30–60% dengan tiga kali replikasi. Analisis data dilakukan menggunakan uji statistik Two Way ANOVA dan post hoc Tukey. Hasil : Kandungan flavonoid pada ekstrak kulit jeruk, bonggol pisang, dan belimbing wuluh berturut-turut sebesar 1,42%, 1,01%, dan 2,23%. Hasil uji daya hambat menunjukkan bahwa ketiga ekstrak mencapai efektivitas terbesar pada penyimpanan hari ke-7, kemudian mengalami penurunan signifikan pada hari ke-14, dan cenderung stabil hingga hari ke-21. Berdasarkan uji Two Way ANOVA, jenis ekstrak, lama penyimpanan, serta interaksi keduanya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap diameter zona hambat bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> ($p < 0,05$).</p> <p>Kesimpulan : Uji statistik menunjukkan lama penyimpanan dan jenis ekstrak berpengaruh terhadap daya hambat bakteri, ada perbedaan daya hambat ekstrak kulit jeruk, belimbing wuluh dan bonggol pisang, dan ada perbedaan daya hambat penyimpanan hari ke 7-14 ($p < 0,05$), tidak ada perbedaan daya hambat hari ke 14-21 ($p > 0,05$).</p>
<p>Keyword: Lama Penyimpanan, Kulit Jeruk, Bonggol Pisang, Belimbing Wuluh, <i>Staphylococcus aureus</i></p>	
DOI: 10.32763/9dqcrp47	

The Effect Of Storage Duration Of Orange Peel, Banana Pseudostem, And Starfruit Extracts Against The Inhibitory Power Of Bacteria (Staphylococcus aureus)

ABSTRACT

Background : The volume of waste generated in Indonesia reached 19.45 million tons throughout 2022. This waste consists of organic and inorganic materials that can pollute the environment. Organic waste, including orange peel, banana pseudo-stem, and starfruit is rich in flavonoid antibacterial compounds but remains underutilized. **Purpose :** This study aims to examine the effect of extract storage duration on the inhibition of *Staphylococcus aureus*. **Methods :** This research employed a true experimental design with a posttest-only control group. Orange peel, banana pseudo-stem, and starfruit extracts at a 75% concentration were extracted using 70% ethanol and tested for their flavonoid content and antibacterial activity. The testing was conducted using the well-diffusion method with storage time variations of 7, 14, and 21 days at a room temperature of 25–35°C and 30–60% humidity, performed in triplicate. Data analysis was carried out using Two-Way ANOVA followed by the Tukey post hoc test. **Results :** Flavonoid content in orange peel, banana pseudo-stem, and starfruit extracts was 1.42%, 1.01%, and 2.23%, respectively. Inhibition peaked on day 7, decreased significantly by day 14, and remained stable through day 21. Two-Way ANOVA confirmed that extract type, storage duration, and their interaction significantly affected *Staphylococcus aureus* inhibition ($p < 0.05$). **Conclusion :** Statistical tests indicate that storage duration and extract type significantly affect the bacterial inhibition. There are significant differences in the inhibition zones among orange peel, starfruit, and banana pseudo-stem extracts. Furthermore, a significant difference in inhibition was observed between storage days 7 and 14 ($p < 0.05$), whereas no significant difference was found between days 14 and 21 ($p > 0.05$).



Jurnal Kesehatan

Published by UPPM Poltekkes Kemenkes Ternate
p-ISSN 1907-6401 e-ISSN 2597-7520



✉ Alamat korespondensi:

Poltekkes Kemenkes Surabaya, Surabaya – *East Java*, Indonesia

Email: emes@poltekkesdepkes-sby.ac.id

Pendahuluan

Persoalan sampah di Indonesia merupakan kendala klasik yang kompleks untuk diatasi karena berbagai faktor penghambat. Salah satu kontributor utama dalam timbulan sampah nasional adalah kategori rumah tangga. Volume sampah yang dihasilkan di Indonesia telah mencapai 19,45 juta ton sepanjang tahun 2022 (Abdussalam et al., 2025). Sampah merupakan produk sampingan atau sisa pembuangan yang berasal dari interaksi dan aktivitas manusia di berbagai sektor. Secara umum, sampah dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu sampah organik dan sampah anorganik (Gogik et al., 2021). Pengelolaan sampah perlu dilakukan agar dapat mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan dan menjaga kelestarian ekosistem.

Sampah organik maupun anorganik yang jumlahnya melimpah di lingkungan kerap menjadi sumber pencemaran. Sampah organik seperti kulit jeruk, bonggol pisang, dan belimbing wuluh sering dipandang sebagai limbah yang tidak memiliki nilai guna. Hasil penelitian mengungkap bahwa sampah organik tersebut mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan saponin yang berpotensi memiliki aktivitas antibakteri. Salah satu bakteri yang dapat dihambat pertumbuhannya adalah *Staphylococcus aureus*, patogen yang sering menjadi penyebab infeksi kulit, jaringan lunak, serta berbagai infeksi serius lainnya (Doloking et al., 2022).

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram positif berbentuk kokus yang kerap ditemukan pada manusia tanpa menimbulkan gejala. Bakteri ini merupakan patogen utama yang dapat menyebabkan berbagai infeksi, baik di rumah sakit maupun di masyarakat, seperti infeksi darah, kulit, saluran pernapasan, dan infeksi terkait alat medis (Gherardi, 2023).

Penelitian terdahulu telah membuktikan potensi berbagai limbah organik sebagai agen antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, Jannah dkk (2024) menunjukkan bahwa ekstrak kulit jeruk dan bonggol pisang dengan konsentrasi 75% mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri tersebut dengan rata-rata diameter zona hambat masing-masing sebesar 35,77 mm dan 12,03 mm. Sejalan dengan temuan tersebut, (Wulandari dkk (2017) juga memanfaatkan ekstrak belimbing wuluh yang terbukti efektif menghambat *Staphylococcus aureus* melalui berbagai formulasi, dengan diameter zona hambat tertinggi mencapai 30,67 mm pada formulasi IV. Secara kolektif, hasil-hasil penelitian ini mengukuhkan bahwa limbah organik memiliki efektivitas yang signifikan dalam menekan pertumbuhan bakteri patogen.

Dari studi pendahuluan yang telah dilakukan dengan menguji kadar fitokimia flavonoid dari ekstrak kulit jeruk, belimbing wuluh dan bonggol pisang diketahui bahwa kandungan flavonoid dari ketiga ekstrak adalah 1,42% untuk ekstrak kulit jeruk, 2,23% untuk ekstrak belimbing wuluh dan 1,01% untuk ekstrak bonggol pisang. Dari hasil uji fitokimia dapat dilihat bahwa setiap ekstrak memiliki kandungan flavonoid, hal ini dapat mendukung efektifitasnya sebagai antibakteri untuk *Staphylococcus aureus*.

Meskipun potensi antibakteri dari kulit jeruk, bonggol pisang, dan belimbing wuluh telah diketahui, masih terdapat keterbatasan informasi mengenai stabilitas daya hambatnya selama masa penyimpanan. Senyawa bioaktif seperti flavonoid sangat rentan terhadap oksidasi dan degradasi karena faktor lingkungan yang dapat menurunkan efektifitasnya secara drastis.

Hingga saat ini, belum banyak penelitian yang mengevaluasi secara komparatif lama penyimpanan optimal untuk mempertahankan aktivitas antibakteri dari ketiga jenis ekstrak sampah organik tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengisi celah tersebut dengan mengkaji pengaruh lama penyimpanan terhadap stabilitas daya hambat ekstrak kulit jeruk, bonggol pisang, dan belimbing wuluh. Hal ini diperlukan untuk memastikan potensi praktis pemanfaatan limbah organik sebagai sediaan antibakteri yang stabil dan efektif dalam jangka waktu tertentu, sekaligus memberikan solusi ramah lingkungan dalam pengendalian infeksi bakteri.

Metode

Penelitian ini menerapkan desain *true experiment* dengan rancangan *posttest only control group*. Proses ekstraksi dilakukan dengan teknik maserasi, di mana serbuk kering kulit jeruk, bonggol pisang,



dan belimbing wuluh direndam dalam pelarut etanol 70% dengan rasio 1:10 selama 3 x 24 jam disertai pengadukan berkala. Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental untuk memastikan zona hambat yang terbentuk murni berasal dari senyawa bioaktif, bukan residu pelarut. Ekstrak kental tersebut kemudian dibuat menjadi konsentrasi 75%. Sampel disimpan selama 7, 14, dan 21 hari pada suhu 25–35°C dengan kelembaban 30–60%. Standar bakteri yang digunakan adalah suspensi *Staphylococcus aureus* yang telah disetarakan dengan standar McFarland 0,5 (setara dengan konsentrasi bakteri $1,5 \times 10^8$ CFU/ml).

Setelah masa penyimpanan, ekstrak diteteskan sebanyak 50 µl pada masing-masing sumuran yang telah dibuat pada media seed layer yang sudah ditambahkan larutan inokulum bakteri sebanyak 10 µl. Pada tiap media dibuat 11 sumuran, terdiri dari 3 replikasi ekstrak kulit jeruk, 3 replikasi ekstrak belimbing wuluh, 3 replikasi ekstrak bonggol pisang, 1 kontrol positif dengan kanamicin 100 µl yang berfungsi sebagai pembanding untuk memastikan sensitivitas bakteri terhadap agen antibiotik standar, dan 1 kontrol negatif dengan air steril sebanyak 100 µl untuk membuktikan bahwa media dan prosedur kerja tidak memiliki daya hambat alami terhadap pertumbuhan bakteri. Media kemudian diinkubasi pada suhu 32,5°C selama 24 jam. Setelah inkubasi, diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Data dianalisis menggunakan uji statistik Two Way ANOVA dan uji lanjut Tukey.

Hasil dan Pembahasan

(1) Kandungan Senyawa Flavonoid Pada Ekstrak Kulit Jeruk, Bonggol Pisang dan Belimbing Wuluh

Kulit jeruk, belimbing wuluh, dan bonggol pisang mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, dan tanin. Senyawa-senyawa ini memiliki peran penting dalam aktivitas biologis, termasuk sebagai antibakteri alami. (Fitri et al., 2021; Sari et al., 2021; Yanti & Suksmayu Saputri, 2019). Berikut kandungan senyawa flavonoid pada masing-masing ekstrak :

Tabel 1. Kandungan Senyawa Flavonoid pada Ekstrak Kulit Jeruk, Bonggol Pisang Dan Belimbing Wuluh

No.	Jenis Ekstrak	Kadar Senyawa Flavonoid (%)
1.	Kulit Jeruk	1,42
2.	Bonggol Pisang	1,01
3.	Belimbing Wuluh	2,23

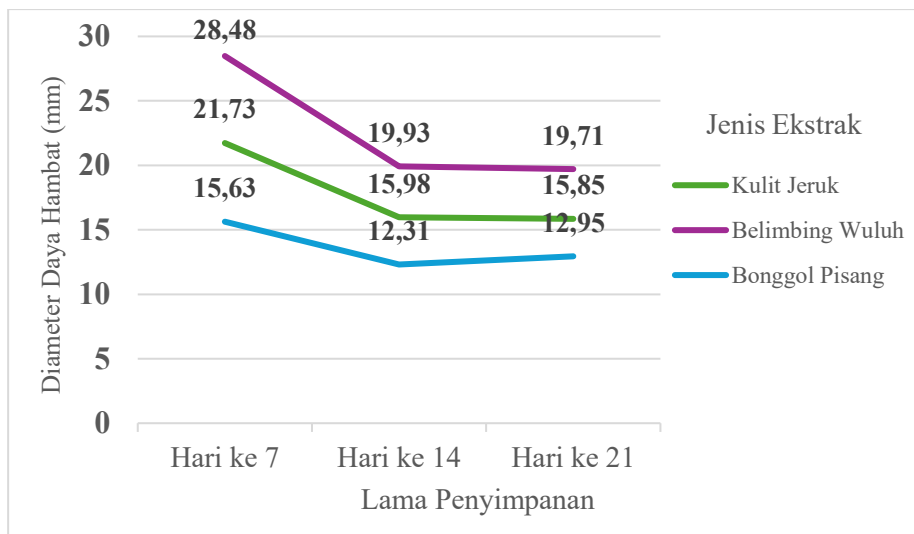
Flavonoid dipilih sebagai parameter utama untuk dianalisis pada penelitian ini karena senyawa ini merupakan salah satu komponen bioaktif yang paling dominan dan memiliki aktivitas antibakteri yang luas (Hamdanah et al., 2016). Flavonoid bekerja melalui berbagai mekanisme, seperti merusak membran sel bakteri, menghambat sintesis asam nukleat, membentuk kompleks dengan protein dinding sel, serta mengurangi permeabilitas membran bakteri (Doloking et al., 2022).

(2) Pengaruh Laman Penyimpanan Terhadap Daya Hambat Ekstrak Kulit Jeruk, Bonggol Pisang dan Belimbing Wuluh Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*

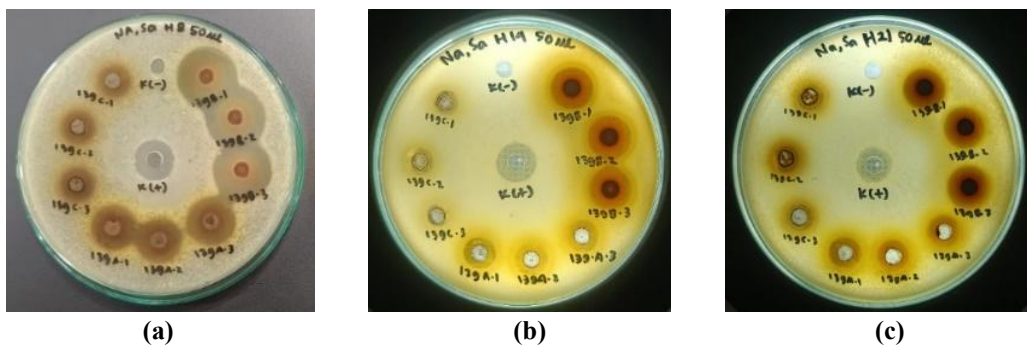
Pengujian daya hambat ekstrak kulit jeruk, bonggol pisang, dan belimbing wuluh dilakukan dengan mengukur diameter zona hambat pada media yang mengandung bakteri *Staphylococcus aureus* setelah inkubasi selama 24 jam pada suhu 32,5°C.



Hasil daya hambat bakteri tiap ekstrak pada lama penyimpanan hari ke 7, 14 dan 21 dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 1. Grafik Rata-Rata Daya Hambat Ekstrak Kulit Jeruk, Bonggol Pisang dan Belimbing Wuluh Pada Lama penyimpanan 7 Hari, 14 Hari dan 21 Hari



Gambar 2. (a) Lama Penyimpanan Ekstrak Kulit Jeruk, Belimbing Wuluh Dan Bonggol Pisang 7 Hari Pada Media Agar (b) Lama Penyimpanan Ekstrak Kulit Jeruk, Belimbing Wuluh Dan Bonggol Pisang 14 Hari Pada Media Agar (c) Lama Penyimpanan Ekstrak Kulit Jeruk, Belimbing Wuluh Dan Bonggol Pisang 21 Hari Pada Media Agar

Keterangan :

- K(+) : Kontrol Positif Dengan Kanamycin
- K(-) : Kontrol Negatif Dengan Air Steril
- (139 A) : Ekstrak Kulit Jeruk
- (139 B) : Ekstrak Belimbing Wuluh
- (139 C) : Ekstrak Bonggol Pisang

Ekstrak kulit jeruk, bonggol pisang, dan belimbing wuluh dengan konsentrasi 75% mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, yang ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar sumuran pada media MHA. Zona bening tersebut menunjukkan keberadaan senyawa antibakteri dalam ekstrak yang efektif menghambat perkembangan koloni bakteri.

Daya hambat tertinggi ditunjukkan oleh ekstrak belimbing wuluh, diikuti oleh kulit jeruk, dan yang terendah adalah bonggol pisang. Kontrol positif yang digunakan adalah kanamycin, dimana hasil daya hambatnya lebih kecil dari ekstrak kulit jeruk dan belimbing wuluh, namun lebih besar dari bonggol pisang. Pada kontrol negatif menggunakan air steril memiliki daya hambat terkecil dari tiga ekstrak dan kontrol positif. Ekstrak kulit jeruk, bonggol pisang dan belimbing wuluh mengandung senyawa aktif

berupa flavonoid yang berkontribusi terhadap aktivitas antibakteri (Mohammed Atiyah et al., 2022). Flavonoid merupakan senyawa utama yang dianalisis dalam penelitian ini karena perannya yang penting dalam mekanisme antibakteri serta stabilitasnya yang tinggi selama penyimpanan (Fahdah, 2023).

Flavonoid menghambat pertumbuhan bakteri melalui berbagai mekanisme, termasuk gangguan pada produksi asam nukleat, fungsi membran sitoplasma, dan metabolisme energi. Selain itu, senyawa ini memengaruhi permeabilitas membran, memodifikasi porin, serta mengurangi adhesi dan pembentukan biofilm. Berbagai aktivitas tersebut menurunkan patogenisitas bakteri, menjadikan flavonoid berpotensi kuat sebagai agen untuk mengatasi infeksi yang resisten terhadap antibiotik (Al Kausar et al, 2023).

Pada kontrol positif dengan kanamycin, terjadi penurunan seiring waktu penyimpanan, serupa dengan pola penurunan yang terjadi pada ekstrak belimbing wuluh, kulit jeruk dan bonggol pisang. Secara keseluruhan, kanamycin menempati urutan ketiga dalam efektivitas daya hambat, setelah ekstrak belimbing wuluh dan kulit jeruk, serta lebih tinggi dibandingkan ekstrak bonggol pisang. Temuan ini menunjukkan bahwa beberapa senyawa antibakteri alami, terutama dari belimbing wuluh dan kulit jeruk, memiliki potensi aktivitas yang tinggi, bahkan melebihi antibiotik standar seperti kanamycin dalam kondisi penyimpanan tertentu. Penurunan daya hambat pada kanamycin dapat terjadi akibat degradasi senyawa aktif melalui proses hidrolisis atau oksidasi ringan, terutama jika disimpan dalam bentuk larutan atau dalam kondisi lingkungan yang kurang optimal. Senyawa aktif dalam ekstrak alami seperti flavonoid dan tanin juga mengalami degradasi, namun dengan kecepatan dan stabilitas yang berbeda-beda tergantung pada karakteristik senyawanya. Hasil ini menegaskan bahwa meskipun kanamycin merupakan antibiotik sintesis yang stabil, efektivitasnya tetap dapat menurun, dan dalam beberapa kasus, senyawa antibakteri dari bahan alam tertentu dapat menunjukkan aktivitas yang lebih unggul.

Efektivitas ekstrak terhadap pertumbuhan bakteri menunjukkan penurunan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Daya hambat yang dihasilkan pada hari ke-7 umumnya lebih besar dibandingkan hari ke-14 dan hari ke-21. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama ekstrak disimpan, maka aktivitas antibakterinya cenderung menurun.

Penurunan efektivitas antibakteri ekstrak kemungkinan besar disebabkan oleh degradasi senyawa aktif, seperti flavonoid dan saponin selama penyimpanan. Faktor-faktor seperti paparan cahaya, suhu ruang, pH dan oksigen dapat menyebabkan terjadinya oksidasi senyawa aktif sehingga menurunkan aktivitas biologisnya (Marsono, Susilorini, and Surjowardojo, 2017). Senyawa-senyawa yang bersifat volatil, seperti minyak atsiri pada kulit jeruk, juga dapat menguap atau terurai sehingga tidak lagi berfungsi secara optimal (Aprilydia Saulie and Dina Kali Kulla, 2024).

Selain faktor lingkungan, kondisi pH ekstrak juga memiliki peran penting dalam stabilitas senyawa aktif selama penyimpanan. Ekstrak dengan pH cenderung asam seperti belimbing wuluh lebih rentan mengalami proses oksidasi, yang mempercepat degradasi senyawa antibakteri seperti flavonoid (Aminonatalia et al. 2016; Andini et al. 2022; Rafsanjani and Putri, 2015).

Struktur kimia flavonoid lebih mudah berubah dan mengalami kerusakan dalam kondisi asam, akibat reaksi oksidatif (Hatina and Febriana, 2019). Keasaman yang tinggi ini terutama disebabkan oleh kandungan asam organik seperti asam oksalat, asam sitrat, dan asam malat, yang diketahui bersifat bakterisidal melalui mekanisme pengasaman intraseluler dan denaturasi protein membran, oleh karena itu, aktivitas antibakteri ekstrak belimbing wuluh pada awal penyimpanan sangat tinggi. Senyawa-senyawa asam ini bersifat labil terhadap reaksi degradasi oksidatif dan fermentatif, terutama dalam kondisi penyimpanan pada suhu ruang tanpa penambahan stabilisator (Mssillou et a, 2020).

Pada ekstrak dengan pH netral atau sedikit basa seperti bonggol pisang, senyawa aktif cenderung lebih stabil karena proses oksidasi berlangsung lebih lambat, hal ini dapat menjelaskan mengapa penurunan aktivitas antibakteri lebih drastis terjadi pada ekstrak yang lebih asam dibandingkan dengan yang bersifat mendekati netral. Senyawa aktif seperti tanin, lignin, dan flavonoid polifenolik dalam bonggol pisang relatif lebih stabil dalam kisaran pH netral. Tanin dan polifenol memiliki kemampuan



sebagai antibakteri melalui mekanisme pengendapan protein membran, pengikatan enzim, dan gangguan pada dinding sel (Daglia, 2012), dan kestabilannya meningkat pada pH mendekati netral karena tidak mudah terdegradasi melalui reaksi hidrolisis atau oksidasi spontan. Stabilitas inilah yang menyebabkan daya hambat antibakteri ekstrak bonggol pisang mengalami penurunan yang lambat meskipun disimpan hingga 21 hari.

Ekstrak kulit jeruk memiliki pH asam, namun tidak seasam belimbing wuluh yaitu 4,5–5,0 (Perdisen, Wartini, and Hartiati, 2021), yang membuatnya memiliki karakteristik pertengahan antara belimbing wuluh dan bonggol pisang, baik dari sisi efektivitas antibakteri maupun stabilitas. Senyawa aktif dalam kulit jeruk seperti limonen, hesperidin, dan naringin bersifat antibakteri dengan mekanisme gangguan membran lipid dan inhibisi sintesis protein (Fisher and Phillips, 2008). Flavonoid seperti hesperidin juga dikenal cukup sensitif terhadap degradasi oksidatif, terutama dalam suasana asam ringan dan paparan cahaya, yang dapat menjelaskan penurunan aktivitasnya selama penyimpanan.

Penurunan efektivitas antibakteri yang diamati pada ketiga ekstrak seiring lama penyimpanan dapat dijelaskan melalui teori degradasi senyawa bioaktif. Senyawa fitokimia seperti flavonoid, tanin, saponin, dan asam organik yang terdapat dalam ekstrak tumbuhan memiliki sifat kimia yang labil dan cenderung mudah terdegradasi apabila terpapar faktor lingkungan seperti suhu tinggi, cahaya, kelembaban, dan oksigen. Senyawa flavonoid, diketahui sangat sensitif terhadap oksidasi dan fotodegradasi, yang menyebabkan kerusakan struktur kimia dan penurunan aktivitas biologisnya (Evans & Cowan, 2016). Asam organik seperti asam oksalat dan asam sitrat yang ditemukan dalam belimbing wuluh juga mudah terurai ketika terpapar suhu tinggi atau penyimpanan berkepanjangan (Bezerra et al, 2016).

Tabel 2. Hasil Pengamatan Diameter Zona Hambat (Mean ± SD)

Jenis Ekstrak	Lama Penyimpanan	Mean ± SD (mm)
Ekstrak Kulit Jeruk	Hari ke-7	35,77 ± 0,32
	Hari ke-14	12,47 ± 0,31
	Hari ke-21	12,47 ± 0,32
Ekstrak Belimbing Wuluh	Hari ke-7	40,70 ± 0,36
	Hari ke-14	14,33 ± 0,35
	Hari ke-21	14,37 ± 0,31
Ekstrak Bonggol Pisang	Hari ke-7	12,03 ± 0,35
	Hari ke-14	8,43 ± 0,25
	Hari ke-21	8,43 ± 0,21

Hasil penelitian menunjukkan bahwa stabilitas antibakteri ketiga ekstrak sangat dipengaruhi oleh masa simpan ($p=0,000$). Efektivitas maksimal tercapai pada hari ke-7, di mana konsentrasi senyawa bioaktif (flavonoid, tanin, dan saponin) masih berada pada kondisi optimal. Namun, terjadi penurunan daya hambat yang signifikan pada hari ke-14 yang diduga akibat degradasi oksidatif. Paparan suhu ruang dan oksigen memicu kerusakan struktur kimia senyawa aktif, sehingga kemampuannya dalam menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* menurun. Menariknya, daya hambat cenderung stabil pada pengamatan hari ke-21 ($p>0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa ekstrak telah mencapai titik kesetimbangan kimiawi, di mana senyawa yang bersifat labil telah terdegradasi sepenuhnya dan menyisakan senyawa yang lebih stabil terhadap pengaruh lingkungan. Secara khusus, meskipun zona hambatnya lebih kecil, ekstrak bonggol pisang menunjukkan laju degradasi yang paling lambat, menandakan stabilitas sediaan yang lebih tinggi dibandingkan bahan lainnya. Oleh karena itu, penggunaan ekstrak disarankan tidak melebihi 7 hari pada suhu ruang, atau diperlukan optimasi penyimpanan (seperti suhu dingin) untuk mempertahankan efektivitasnya.

Hasil uji Two Way ANOVA diketahui bahwa baik variabel lama penyimpanan (hari), jenis ekstrak, maupun interaksi antara lama penyimpanan dan jenis ekstrak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap daya hambat bakteri *Staphylococcus aureus*, ditunjukkan oleh nilai signifikansi (p) sebesar 0.000 pada ketiga variabel tersebut. Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan lama penyimpanan maupun perbedaan jenis ekstrak memiliki peran penting dalam menentukan tingkat efektivitas antibakteri ekstrak yang diuji. Secara teoritis, stabilitas senyawa bioaktif dalam ekstrak sangat



dipengaruhi oleh durasi penyimpanan. Senyawa seperti flavonoid, alkaloid, tannin, serta senyawa fenolik lainnya dapat mengalami degradasi akibat paparan oksigen, cahaya, atau suhu selama penyimpanan, yang pada akhirnya berdampak terhadap penurunan aktivitas antibakteri, namun demikian, tidak menutup kemungkinan bahwa dalam kondisi tertentu, penyimpanan justru dapat memicu transformasi senyawa menjadi bentuk yang lebih aktif secara biologis, sehingga aktivitas antibakteri meningkat seiring waktu (Tedila, 2016).

Berdasarkan hasil uji lanjut Tukey diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara ketiga jenis ekstrak yang diuji, yaitu ekstrak kulit jeruk, bonggol pisang, dan belimbing wuluh, terhadap daya hambat bakteri *Staphylococcus aureus*. Seluruh perbandingan antar pasangan ekstrak menunjukkan nilai signifikansi sebesar $p = 0.000$, yang berarti bahwa masing-masing ekstrak memiliki kemampuan antibakteri yang berbeda secara nyata. Hasil ini menunjukkan bahwa komposisi senyawa aktif dalam setiap jenis ekstrak memberikan efek yang khas terhadap aktivitas antibakteri. Ekstrak belimbing wuluh diketahui kaya akan asam organik seperti asam oksalat dan asam sitrat, yang bersifat antimikroba dan mampu menurunkan pH lingkungan sehingga menghambat pertumbuhan bakteri (Firmansyah et al, 2022). Bonggol pisang mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang memiliki kemampuan merusak dinding sel bakteri dan menghambat sintesis protein. Kulit jeruk diketahui mengandung minyak atsiri seperti limonene, linalool, serta flavonoid seperti hesperidin yang juga berperan sebagai antibakteri alami (Aprilydia Saulie and Dina Kali Kulla, 2024).

Perbedaan aktivitas antibakteri antar ekstrak kulit jeruk, bonggol pisang dan belimbing wuluh ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti perbedaan konsentrasi senyawa aktif, polaritas pelarut yang digunakan saat ekstraksi, maupun sifat kimia dari senyawa itu sendiri. Hasil uji Tukey ini mengonfirmasi bahwa tidak hanya senyawa bioaktif yang berperan dalam efektivitas antibakteri, tetapi juga interaksi kompleks antar komponen dalam ekstrak yang memengaruhi hasil akhirnya. Fakta bahwa semua pasangan ekstrak menunjukkan perbedaan signifikan mendukung temuan sebelumnya bahwa jenis ekstrak merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi daya hambat bakteri secara signifikan.

Hasil uji Tukey selanjutnya yang dilakukan untuk melihat perbedaan daya hambat pada lama penyimpanan 7 hari, 14 hari dan 21 hari menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam daya hambat bakteri *Staphylococcus aureus* antara lama penyimpanan hari ke-7 dengan hari ke-14, serta antara hari ke-7 dengan hari ke-21. Hal ini mengindikasikan bahwa selama tujuh hari pertama penyimpanan, terjadi perubahan signifikan terhadap efektivitas antibakteri dari ekstrak yang diuji. Perubahan ini kemungkinan besar disebabkan oleh degradasi atau modifikasi senyawa aktif dalam ekstrak akibat proses penyimpanan. Senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik dapat mengalami oksidasi atau hidrolisis seiring waktu, sehingga menurunkan atau mengubah kemampuan antibakterinya (Pratiwi and Susiati, 2024)

Pada lama penyimpanan antara hari ke-14 dan hari ke-21, tidak ditemukan perbedaan daya hambat yang signifikan, yang menunjukkan bahwa efektivitas antibakteri ekstrak cenderung stabil pada rentang waktu tersebut. Hasil ini dapat diartikan bahwa senyawa aktif yang tersisa setelah hari ke-14 relatif stabil dan tidak mengalami degradasi lebih lanjut secara signifikan hingga hari ke-21. Stabilitas ini mungkin menunjukkan bahwa ekstrak telah mencapai titik keseimbangan kimiawi, di mana perubahan struktur senyawa aktif terjadi sangat lambat atau telah berhenti. Dalam konteks pengembangan produk berbasis ekstrak alami, hasil ini sangat penting karena memberikan gambaran mengenai umur simpan ekstrak yang ideal untuk mempertahankan aktivitas antibakterinya.

Berdasarkan data ini, dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan selama tujuh hari pertama merupakan fase yang paling krusial karena pada fase ini terjadi perubahan yang signifikan terhadap aktivitas antibakteri. Temuan ini memiliki implikasi penting dalam penanganan infeksi *Staphylococcus aureus*, terutama dalam menjamin potensi sediaan antimikroba alami saat diaplikasikan. *Staphylococcus aureus* dikenal sebagai patogen penyebab berbagai infeksi kulit, pneumonia, hingga sepsis yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi. Dengan mengetahui bahwa stabilitas ekstrak tercapai setelah hari



ke-14, penggunaan ekstrak ini sebagai bahan aktif produk antimikroba (seperti salep atau antiseptik topikal) dapat diprediksi efikasinya secara lebih akurat selama masa penyimpanan. Hal ini memastikan bahwa dosis hambat minimal yang diperlukan untuk menekan pertumbuhan *Staphylococcus aureus* tetap terjaga konsistensinya, sehingga meminimalisir risiko kegagalan terapi atau munculnya resistensi bakteri akibat penurunan potensi zat aktif yang terlalu cepat.

Penutup

Kandungan flavonoid tertinggi terdapat pada ekstrak belimbing wuluh sebesar 2,23%, diikuti oleh ekstrak kulit jeruk sebesar 1,42%, dan ekstrak bonggol pisang sebesar 1,01%. Rata-rata daya hambat bakteri paling tinggi juga ditemukan pada ekstrak belimbing wuluh, kemudian ekstrak kulit jeruk, sementara daya hambat terendah ada pada ekstrak bonggol pisang. Lama penyimpanan dan jenis ekstrak terbukti berpengaruh signifikan terhadap daya hambat bakteri *Staphylococcus aureus*. Berdasarkan hasil penelitian, waktu penyimpanan yang paling efektif untuk mempertahankan aktivitas antibakteri maksimal adalah pada rentang hari ke-0 hingga hari ke-7. Pada periode ini, senyawa metabolit sekunder masih berada dalam konsentrasi puncak sebelum mengalami degradasi akibat paparan suhu ruang. Mengingat adanya penurunan daya hambat yang signifikan setelah hari ke-7, maka disarankan untuk melakukan optimasi kondisi penyimpanan guna menjaga stabilitas sediaan. Upaya yang dapat dilakukan antara lain adalah menyimpan ekstrak pada suhu dingin (refrigerasi) untuk memperlambat reaksi kimia, serta menggunakan wadah botol kaca gelap (amber bottle) untuk menghindari proses fotooksidasi akibat paparan sinar matahari langsung. Dengan pengendalian suhu dan cahaya yang tepat, diharapkan integritas senyawa bioaktif dapat terjaga lebih lama sehingga efikasi terapi terhadap *Staphylococcus aureus* tetap konsisten selama masa simpan.

Daftar Pustaka

- Abdussalam, A., Studi, P., & Sipil, T. (2025). *Inovasi Pengelolaan Sampah Untuk Meningkatkan Kualitas Hidup Sehat Masyarakat Di Desa Watuurip Kecamatan Bawang Kabupaten Banjarnegara*. 4(1), 41–45.
- Al Kausar, R., Ocha, L., Abnurama, A., & Wulandari, S. (2023). Skrining Fitokimia Dan Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Kenikir (*Cosmos Caudatus Kunth*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Dengan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Analis Farmasi*, 8(1).
- Aminonatalia, Sri Mahreda, E., Ahmadi, & Santoso. Trisno. (2016). Pengaruh Pemberian Ekstrak Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*) Terhadap Berat Residu Formalin Ikan Tongkol (*Euthynnus Affinis*) Berformalin Effect Of Extract Addition Of “Belimbing Wuluh” (*Averrhoa Bilimbi*) On Heavy Residue Of Formaldehyde Tuna Fish (*Euthyn*). *Enviroscientiae*, 12(3), 160–167.
- Andini, A., Muhammad, F., Istiana Sari, M., & Joko Raharjo, S. (2022). Karakterisasi Pektin Ekstrak Bonggol Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L.*). *Hexagon Jurnal Teknik Dan Sains*, 3(2), 40–45. <https://doi.org/10.36761/Hexagon.V3i2.1626>
- Anisatul Jannah, Demes Nurmayanti, Marlik Marlik, F. R. (2024). *Jurnal Kesehatan* *Jurnal Kesehatan*. *Jurnal Kesehatan*, VIII(Ii), 117–177. <https://doi.org/10.32763/6aszfe38>
- Aprilydia Saulie, D., & Dina Kali Kulla, P. (2024). Skrining Fitokimia Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (*Citrus Sinensis*) Dan Batang Serai (*Cymbopogon Citratus*) Phytochemical Screening Of Essential Oil Of Sweet Orange Peel (*Citrus Sinensis*) And Lemongrass Stem (*Cymbopogon Citratus*). *Journal Of Healthcare Technology And Medicine*, 10(1), 2615–109.
- Bezerra, T. K. A., Araújo, A. R. R., Arcanjo, N. M. De O., Da Silva, F. L. H., Queiroga, R. De C. R. Do E., & Madruga, M. S. (2016). Optimization Of The Hs-Spme-Gc/Ms Technique For The Analysis Of Volatile Compounds In Caprine Coalho Cheese Using Response Surface Methodology. *Food Science And Technology (Brazil)*, 36(1), 103–110. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.0035>
- Daglia, M. (2012). Polyphenols As Antimicrobial Agents. *Current Opinion In Biotechnology*, 23(2), 174–181. <https://doi.org/10.1016/J.Copbio.2011.08.007>
- Doloking, H., Ningsi, S., & Tahar, N. (2022). *Flavonoids : A Review On Extraction , Identification ,*



- Evans, S. M., & Cowan, M. M. (2016). Plant Products As Antimicrobial Agents. *Cosmetic And Drug Microbiology, 12(4)*, 205–231. <https://doi.org/10.3109/9781420019919-17>
- Fahdah, A. (2023). *Pengaruh Lama Penyimpanan Ekstrak Daun Lindur (Bruguiera Gymnorrhiza) Dalam Botol Berbeda Warna Terhadap Aktivitas Antioksidan.* <https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/122968/fulltext.pdf?sequence=6>
- Firmansyah, F., Khairiati, R., Muhtadi, W. K., & Chabib, L. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Serum Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh Terhadap *Propionibacterium Acnes*, *Staphylococcus Aureus* , Dan *Staphylococcus Epidermis*. *Original Article Mff, 26(2)*, 69–73. <https://doi.org/10.20956/Mff.V26i2.18578>
- Fisher, K., & Phillips, C. (2008). Potential Antimicrobial Uses Of Essential Oils In Food: Is Citrus The Answer? *Trends In Food Science And Technology, 19(3)*, 156–164. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.11.006>
- Fitri, I., Susilowati, D. T., & Rohmah, I. N. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bonggol Pisang Kepok (*Musa Paradisaca* Linn. Var. Kepok) Terhadap *Staphylococcus Aureus* . *Jurnal Ilmiah Pendidikan Ipa, 3(1)*, 24–30.
- Gherardi, G. (2023). *Staphylococcus Aureus* Infection: Pathogenesis And Antimicrobial Resistance. *International Journal Of Molecular Sciences, 24(9)*. <https://doi.org/10.3390/Ijms24098182>
- Gogik, B., Rahmawati, A. F., & Syamsu, F. D. (2021). *Analisis Pengelolaan Sampah Berkelanjutan Pada Wilayah Perkotaan Di Indonesia. 8(1)*, 1–12.
- Hamdanah, S., Anam, S., & Jamaludin. (2015). Isolation And Identification Of Flavonoid Compound From. *Galenika Journal Of Pharmacy, 1(1)*, 22–34.
- Hatina, S., & Febriana, I. (2019). Penggunaan Ekstrak Belimbing Wuluh Matang Sebagai Penggumpal Lateks Pasca Panen (Study Pengaruh Volume, Waktu Pencampuran, Temperatur Dan Ph. *Teknika: Jurnal Teknik, 5(2)*, 169. <https://doi.org/10.35449/Teknika.V5i2.94>
- Marsono, O., Susilorini, T., & Surjowardojo, P. (2017). Pengaruh Lama Penyimpanan Dekok Daun Sirih Hijau (*Piper Betle* L.) Terhadap Aktivitas Daya Hambat Bakteri *Streptococcus Agalactiae* Penyebab Mastitis Pada Sapi Perah. *Jurnal Ilmu Teknologi Dan Hasil Ternak, 12(1)*, 47–56. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jitek.2017.012.01.7>
- Mohammed Atiyah, M., Shnawa Jasim, H., & Mohammed Atiyah, H. (2022). Phytochemical Screening And Antibacterial Activities Of Aqueous And Alcoholic Extracts Of *Averrhoa Bilimbi* Leaf Against Bacteria Isolated From Oral Cavity. *Archives Of Razi Institute, 77(2)*, 923–928. <https://doi.org/10.22092/Ari.2022.357207.1996>
- Mssillou, I., Agour, A., El Ghouizi, A., Hamamouch, N., Lyoussi, B., & Derwich, E. (2020). Chemical Composition, Antioxidant Activity, And Antifungal Effects Of Essential Oil From *Laurus Nobilis* L. Flowers Growing In Morocco. *Journal Of Food Quality, 2020*. <https://doi.org/10.1155/2020/8819311>
- Perdisen, A. S. D., Wartini, N. M., & Hartiati, A. (2021). Pengaruh Ph Awal Dan Suhu Selama Penyimpanan Terhadap Stabilitas Ekstrak Pewarna Kulit Buah Jeruk Mandarin (*Citrus Reticulata*). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri, 9(4)*, 568. <https://doi.org/10.24843/Jrma.2021.V09.I04.P13>
- Pratiwi, D. M., & Susiati, A. M. (2024). *Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Daya Antibakteri Produk Nanokapsul Jus Kunyit (Curcuma Domestica Val .) The Effect Of Storage Time On Antibacterial Power Of Turmeric (Curcuma Domestica Val .) Juice Nanocapsul Product. 1(1)*, 41–56.
- Rafsanjani, M. K., & Putri, W. D. R. (2015). Karakterisasi Ekstrak Kulit Jeruk Bali Menggunakan Metode Ultrasonic Bath (Kajian Perbedaan Pelarut Dan Lama Ekstraksi). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri, 3(4)*, 1473–1480. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/271>
- Sari, W. Y., Yuliasuti, D., & Hidayati, I. G. (2021). Uji Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Fraksi Etanolik Serta Krim Kulit Jeruk Nipis (*Citrus Aurantiifolia* (Christm.) Swingle) Dengan Metode



Dpph Phytochemical Screening And Antioxidant Activity Evaluation Of Cream Containing Ethanolic Fraction Of Lime (C. *Pharmaceutical Journal Of Indonesia*, 18(02), 351–360.

Tedila, H. (2016). *A Review On Antimicrobial Activity Of Different Medicinal Plants*. 3186, 10–19. <https://doi.org/10.18869/Mphbs.2016.157>

Wulandari, M., Suhada, A., Pertiwi, A. D., & Utami, E. F. (2017). The Formulation Of Extract Ethanol Of Bilimbi Fruits (*Averrhoa Bilimbi L*) Gel Hand Sanitizer As Antibactery Towards *Staphylococcus Aerus*. *Jurnal Farmasetis*, 6(2), 58–70.

Yanti, S., & Suksmayu Saputri, D. (2019). Uji Aktivitas Antioksidan Serbuk Ekstrak Belimbing Wuluh (*Averrhoa Blimbi L.*). *Jurnal Tambora*, 3(2), 16–26. <https://doi.org/10.36761/Jt.V3i2.252>

