

**UJI DAYA HAMBAT ANTIBAKTERI SEDIAAN GEL EKSTRAK ETIL
ASETAT KULIT BATANG DELIMA (*PUNICA GRANATUM L.*) TERHADAP
PERTUMBUHAN *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* ATCC 25923**

**(THE ANTIBACTERIAL INHIBITORY EFFECT TEST OF ETHYL
ACETATE EXTRACT GEL FROM POMEGRANATE (*PUNICA
GRANATUM L.*) STEM BARK AGAINST *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*
ATCC 25923)**

Khusnadzifa Mahdina¹, Slamet Slamet², Dwi Bagus Pambudi³, St. Rahmatullah⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Sarjana Farmasi, Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan,
Indonesia

*Corresponding author email: slamet93ffua@umpp.ac.id

Abstrak

Infeksi kulit akibat bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 sering terjadi dan infeksi tersebut perlu pengobatan diantaranya pengobatan alternatif berbasis bahan alam. Kulit batang delima (*Punica granatum L.*) mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi ekstrak etil asetat kulit batang delima sebagai sediaan gel anti bakteri dan mengetahui konsentrasi hambat minimal dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi dengan pelarut etil asetat. Uji antibakteri menggunakan metode sumuran pada media tumbuh bakteri dengan memasukkan sediaan gel yang berisi ekstrak 2,5%(f1), 5%(f2), dan 7,5%(f3), dan kontrol positif berisi klindamicin(k+) serta kontrol negative(K-). Sediaan gel dievaluasi meliputi uji daya hambat, karakteristik sediaan. Hasil uji daya hambat menunjukkan diameter zona hambat masing-masing sebesar 15,40 mm(F1), 19,13 mm (FII), dan 21,29 mm (FIII). Ekstrak etil asetat kulit batang delima dapat diformulasikan menjadi sediaan gel yang memenuhi parameter evaluasi fisik. Sediaan gel FIII (7,5%) merupakan sediaan yang paling optimal karena menunjukkan aktivitas antibakteri paling kuat terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Kata kunci : Antibakteri, Gel, Kulit batang delima, *Staphylococcus aureus*.

Abstract

Skin infections caused by Staphylococcus aureus ATCC 25923 bacteria often occur and these infections require treatment including alternative treatments based on natural ingredients. Pomegranate bark (Punica granatum L.) contains flavonoids, alkaloids, tannins, and saponins which are known to have antibacterial activity. This study aims to evaluate the ethyl acetate extract of pomegranate bark as an antibacterial gel preparation and determine the minimum inhibitory concentration in inhibiting the growth of Staphylococcus aureus ATCC 25923 bacteria. Extraction was carried out by the

*maceration method with ethyl acetate solvent. The antibacterial test used the well method on the bacterial growth medium by inserting gel preparations containing 2.5% (f1), 5% (f2), and 7.5% (f3) extracts, and a positive control containing clindamycin (k+) and a negative control (K-). The gel preparations were evaluated including the inhibitory power test, preparation characteristics. The inhibition test results showed that the inhibition zone diameters were 15.40 mm (F1), 19.13 mm (FII), and 21.29 mm (FIII), respectively. Ethyl acetate extract of pomegranate bark can be formulated into a gel preparation that meets the physical evaluation parameters. Gel preparation FIII (7.5%) is the most optimal preparation because it shows the strongest antibacterial activity against the growth of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.*

Keywords: Antibacteri, Gel, Pomegranate bark, *Staphylococcus aureus*.

PENDAHULUAN

Penyebaran infeksi khususnya infeksi bakteri semakin meningkat setiap tahunnya dan diperburuk oleh adanya kejadian resistensi antibiotik yang berkembang pesat sehingga menurunkan efektivitas antibiotik yang ada. Resistensi antibiotik menyebabkan pengobatan infeksi menjadi semakin sulit dan memperburuk prognosa pasien, khususnya pada infeksi kulit dan jaringan lunak yang umumnya diakibatkan bakteri patogen, salah satunya adalah *Staphylococcus aureus* (Ramadhan *et al.* 2022). *Staphylococcus aureus* dapat dengan mudah masuk ke dalam kulit atau luka melalui folikel, kelenjar sebacea, atau kelenjar keringat. Oleh karena itu, penggunaan alternatif pengobatan yang lebih efektif dan aman sangat dibutuhkan. Pemanfaatan antibakteri alami menjadi salah satu pilihan karena memiliki risiko efek samping yang lebih rendah.

Indonesia dengan kekayaan alamnya menyimpan berbagai jenis tanaman yang memiliki aktivitas antibakteri yang besar, seperti delima, cengkeh, dan kemangi. Pemanfaatan tanaman delima (*Punica granatum* L.)

sebagai agen antibakteri menjadikannya salah satu tanaman yang memiliki nilai farmakologis penting. Bagian yang berpotensi sebagai antibakteri adalah kulit batang pohon delima yang terbukti efektif menghambat *Staphylococcus aureus* dengan daya hambat terbesar mencapai 26,20 mm pada konsentrasi 75% b/v (Blegur and Antonius 2017).

Pemanfaatan kulit batang delima yang inovatif dapat dilakukan dengan memprosesnya menjadi bentuk ekstrak sehingga mendapatkan dosis senyawa aktif. Kulit batang delima diketahui mengandung berbagai senyawa aktif dengan potensi antibakteri berupa flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin. Pelarut yang dapat digunakan salah satunya adalah etil asetat. Penggunaan etil asetat sebagai pelarut didasarkan pada tingkat toksisitasnya yang rendah serta sifatnya yang semi polar sehingga mampu mengekstraksi senyawa yang polar maupun non polar (Putri *et al.*, 2023).

Untuk meningkatkan kenyamanan dalam penggunaan antibakteri pada kulit, ekstrak dibuat dalam sediaan gel. Formulasi gel memungkinkan zat aktif dari bahan alam dapat langsung

diaplikasikan pada area yang terinfeksi sehingga memberi efek terapi lokal yang lebih cepat (Sari *et al.* 2021). Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan uji daya hambat antibakteri pada sediaan gel ekstrak etil asetat kulit batang delima (*Punica granatum* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini mikropipet, cawan petri (Herma), mikropipet, timbangan digital, ayakan mesh no 40, wadah maserasi, inkubator (Memmert, Germany), autoklaf (B-one, China), LAF (*Laminar Air Flow*), evaporator (Heidolph, Germany), kertas saring, batang pengaduk, kain flannel, jangka sorong, bunsen, dan pH universal.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit batang delima (*Punica granatum* L.) dari Desa Pandanarum, Kecamatan Tirto, Kabupaten Pekalongan, etil asetat, gliserin, Carbopol 940, *triethanolamine* (TEA), metil paraben, propylparaben, aquadest, suspensi *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, media *Mueller Hinton Agar* (MHA), H_2SO_4 , $BaCl_2$, $2H_2O$, $FeCl_3$, DMSO, reagen Meyer, reagen Wegner, reagen Dragendorff, HCl, etanol, ammonia, NaCl, serbuk Mg.

Pembuatan Ekstrak

Proses ekstraksi menggunakan metode maserasi diawali dengan penyortiran bahan untuk memisahkan

kotoran atau zat asing yang dapat meningkatkan kadar kontaminan pada sampel uji. Selanjutnya bahan diproses menjadi simplisia kering. Kulit batang delima (*Punica granatum* L.) seberat 700 gram dimaserasi selama 5 hari dengan pelarut etil asetat sebanyak 3,5 L di tempat yang terlindung dari paparan sinar matahari dan dilakukan pengadukan setiap 24 jam dengan durasi 1 jam. Remaserasi dilakukan sebanyak 2 kali menggunakan pelarut yang sama. Hasil maserasi diuapkan menggunakan *rotary evaporator*.

Skrining Fitokimia

Ekstrak yang diperoleh dilakukan evaluasi melalui rangkaian uji skrining sebagai berikut :

a. Uji Flavonoid

Ekstrak sebanyak 100 mg ditambahkan 1 ml etanol, 100 mg serbuk Mg dan beberapa tetes HCl, diamati perubahan warna kuning jingga yang mengindikasikan keberadaan senyawa flavonoid golongan flavon, auron atau khalkon (Mangesa and Irsan 2020).

b. Uji Alkaloid

Sebanyak 500 mg ekstrak ditambahkan dengan 3 ml etanol dan 5 ml amoniak, kemudian disaring. Filtrat dimasukkan dalam tiga tabung berbeda. Tabung 1 ditetesi 3 tetes HCl pekat dan 5 tetes reagen Mayer dan tabung 2 ditetesi 5 tetes reagen Dragendorff kemudian diamati terbentuknya endapan pada setiap uji (Khafid *et al.* 2023).

c. Uji Tanin

Ekstrak 100 mg dilarutkan dalam air suling dan ditambahkan beberapa

- tetes larutan FeCl₃ 1% kemudian diamati perubahan warna biru atau hijau kehitaman yang menunjukkan keberadaan senyawa tanin (Slamet *et al.* 2016).
- d. Uji Saponin
- Ekstrak 100 mg ditambahkan ke dalam tabung reaksi dan dikocok dengan baik dengan 5 ml air panas. Pembentukan busa 1-10 cm dan busa yang dihasilkan bertahan selama 10

menit, hal ini menunjukkan adanya saponin (Slamet *et al.* 2016).

Pembuatan Sediaan Gel Ekstrak Etil Asetat Kulit Batang Delima

Gel ekstrak etil asetat kulit batang delima dibuat sesuai dengan formula pada Tabel 1 yang kemudian diuji secara fisik dan melalui uji antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Tabel 1. Formulasi Sediaan Gel

Nama Bahan	Formula (%)				Kegunaan
	0	I	II	III	
Ekstrak kulit batang delima	0	2,5%	5%	7,5%	Zat aktif
Carbopol 940	2	2	2	2	<i>Gelling agent</i>
Triethanolamine (TEA)	3	3	3	3	<i>Neutralizing agent</i>
Propilenglikol	15	15	15	15	Kosolven
Gliserin	8	8	8	8	Humektan
Metil paraben	0,1	0,1	0,1	0,1	Pengawet
Propil paraben	0,02	0,02	0,02	0,02	Pengawet
Aquades	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	Pelarut

Evaluasi Fisik Sediaan Gel Ekstrak Etil Asetat Kulit Batang Delima

Sediaan gel dilakukan evaluasi yang meliputi:

- a. Organoleptis
- Pengamatan organoleptis dilakukan secara langsung melalui panca indera untuk menilai bentuk, warna, dan bau dari sediaan gel (Kharisma and Safitri 2020).
- b. Homogenitas
- Sediaan gel diambil lalu ditempatkan pada plat kaca. Sediaan harus dipastikan tidak mengandung bahan padat yang tersisa di dalamnya dan memiliki struktur yang merata (Pakpahan *et al.* 2020).

- c. Daya Sebar
- Sebanyak 0,5 gram sampel gel ditempatkan pada kaca bulat berdiameter 15 cm, kaca alas ditutup dengan kaca lainnya kemudian didiamkan selama 1 menit. Diameter penyebaran sediaan gel diukur, selanjutnya ditambahkan beban secara bertahap maksimal 250 gram dan didiamkan selama 1 menit lalu diukur diameter sehingga diperoleh hasil yang konstan (Niah *et al.*, 2021)
- d. Daya Lekat
- Sediaan gel sebanyak 0,5 g diletakkan pada objek glass kemudian ditutup dengan objek glass lainnya. Beban seberat 1000 gram diletakkan di

atasnya dan diamankan selama 1 menit, kemudian tuas dilepaskan dan catat waktunya hingga kedua objek glass terlepas (Pakpahan *et al.* 2020).

e. Viskositas

Gel sebanyak 50,0 ml dimasukkan ke dalam gelas ukur berkapasitas 50,0 ml. Viskositasnya diukur menggunakan Viskometer Brookfield dengan spindle dan kecepatan 60 rpm (putaran per menit) (Mursyid 2017).

f. Penetapan Derajat Keasaman dan Kebasaan (pH)

Uji pH dilakukan dengan mencelupkan kertas pH universal ke dalam sampel gel yang telah diencerkan. Warna yang terbentuk dibandingkan dengan standar pH universal (Saryanti *et al.* 2019).

g. Uji Stabilitas Fisik

Sediaan gel ekstrak kulit batang delima disimpan pada suhu 2°C di lemari es dan pada suhu 40°C di oven dengan perlakuan masing-masing selama 24 jam (1 siklus). Perlakuan ini diulang hingga 3 siklus. Perbandingan kondisi fisik sediaan dilakukan sebelum dan sesudah pengujian (Slamet *et al.* 2020).

Uji Antibakteri Gel Ekstrak Etil Asetat Kulit Batang Delima

Alat dan bahan yang akan digunakan terlebih dahulu melewati proses sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan durasi 15 menit (Fatimatunnisa *et al.* 2021). Media pembiakan yang digunakan yaitu *Muller Hinton Agar* (MHA) dalam cawan petri. Media yang telah siap kemudian diisi dengan sampel uji menggunakan metode sumuran yang sebelumnya telah ditanami bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Sampel pengujian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam sehingga dapat diamati zona bening yang terbentuk sebagai bentuk efek penghambatan terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (Puspita *et al.* 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi simplisia kulit batang delima (*Punica granatum* L.) menggunakan metode maserasi menghasilkan ekstrak kental berwarna coklat pekat dengan rendemen sebesar 10,33%. Berdasarkan uji skrining fitokimia, ekstrak etil asetat kulit batang delima positif mengandung senyawa metabolit sekunder, yaitu flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin, Hasil skrining fitokimia dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Skrining Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Kulit Batang Delima

Senyawa	Pereaksi	Hasil	Keterangan
Flavonoid	Etanol + Mg +	Larutan	+
	Asam klorida	kuning	
Alkaloid	Reagen Dragendorf	Endapan putih	+
	Reage Mayer	Endapan putih	
Saponin	Air	Buih	+
Tanin	Etanol + FeCl ₃	Larutan hijau	+
		kehitaman	

Keberadaan senyawa-senyawa tersebut berkaitan dengan potensinya dalam aktivitas antibakteri melalui kemampuan mengganggu struktur dan fungsi sel mikroorganisme. Proses identifikasi flavonoid dilakukan melalui penambahan serbuk magnesium (Mg) dan asam klorida (HCl) untuk mereduksi bagian benzopiron dalam struktur flavonoid, yang kemudian menghasilkan senyawa flavylum berwarna kuning hingga jingga (Puspita *et al.* 2019).

Pada uji senyawa alkaloid, hasil positif endapan putih yang terbentuk dari reaksi dengan reagen dragendorff dan mayer merupakan kalium alkaloid. Pembentukan kompleks ini terjadi akibat interaksi antara atom nitrogen dalam alkaloid dan ion logam K^+ yang berasal dari masing-masing reagen (Khafid *et al.* 2023).

Senyawa saponin dalam ekstrak ditandai dengan terbentuknya buih. Saponin memiliki gugus glikosil sebagai bagian polar dan gugus steroid atau triterpenoid sebagai bagian nonpolar, sehingga bersifat sebagai surfaktan yang mampu membentuk misel saat dikocok dengan air. Struktur misel ini memiliki gugus polar di bagian luar dan gugus non polar di bagian dalam, sehingga tampak berupa buih (Nurkhasanah and Dhurhanian 2023).

Gugus fenolik pada senyawa tanin teridentifikasi melalui perubahan warna menjadi biru tua atau hitam kehijauan akibat reaksi dengan reagen $FeCl_3$. Warna tersebut muncul akibat reaksi pembentukan kompleks antara ion logam besi dan tanin (Putria *et al.* 2022).

Ekstrak etil asetat kulit batang delima diformulasikan menjadi sediaan

gel dengan berat 100 gram. Carbopol 940 dikembangkan dalam air hangat untuk mempercepat proses disperse. Proses tersebut dilakukan di dalam lumpang (mortar) panas dan didiamkan hingga mengembang (Thomas *et al.* 2023). Penambahan trietanolamin (TEA) dilakukan untuk membentuk massa gel yang baik dan jernih. Propilenglikol yang telah dilebur ditambahkan bersama dengan pengawet nipagin dan nipasol ke dalam basis gel. Kombinasi pengawet tersebut mampu memberi efek antimikroba yang lebih efektif (Ramadani *et al.* 2022). Selanjutnya, penambahan gliserin sebagai humektan ditujukan untuk menjaga kelembaban kulit. Penambahan ekstrak etil asetat kulit batang delima dilakukan sebelum penambahan sisa air dengan konsentrasi masing-masing formula yaitu F0 tanpa ekstrak, FI (2,5%), FII (5%), dan FIII (7,5%). Sediaan gel dievaluasi secara fisik melalui beberapa uji untuk memastikan kestabilannya.

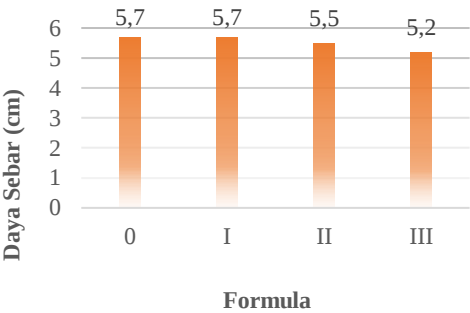
Uji organoleptis dilakukan untuk menilai kondisi sediaan secara visual. Parameter yang diamati meliputi warna, bentuk, dan bau. Hasil uji organoleptik menunjukkan F0 berwarna bening tanpa bau, sedangkan Formula I, II, dan III berwarna coklat khas ekstrak dengan intensitas warna yang semakin pekat sesuai peningkatan konsentrasi ekstrak. Semua formula yang mengandung ekstrak memiliki bentuk semi padat dan aroma khas kulit batang delima. Hasil evaluasi organoleptis pada dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Organoleptis Sediaan Gel

Kriteria Pengamatan	Formula			
	0 (0%)	I (2,5%)	II (5%)	III (7,5%)
Bentuk	Semi padat	Semi padat	Semi padat	Semi padat
Warna	Bening	Coklat	Coklat pekat	Coklat pekat
Bau	Tidak berbau	Khas batang delima	Khas batang delima	Khas batang delima

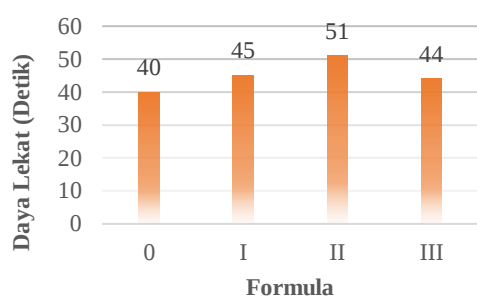
Uji homogenitas dilakukan untuk memastikan bahwa zat aktif dan seluruh bahan dalam sediaan tercampur secara homogen sehingga menjamin distribusi zat aktif yang merata dan konsistensi efektivitas sediaan saat digunakan. Hasil uji homogenitas pada semua formula menunjukkan sediaan homogen yang ditandai dengan tidak ditemukannya partikel kasar atau gumpalan, baik secara visual maupun saat diraba. Sediaan gel menunjukkan penampilan yang seragam di seluruh bagian sediaan, tanpa adanya perbedaan warna, tekstur, maupun kekeruhan. Konsistensi gel tampak stabil tanpa terjadi pemisahan fase seperti keluarnya cairan.

Kemampuan penyebaran gel di kulit secara merata saat digunakan dinilai melalui uji daya sebar. Uji ini penting karena berkaitan dengan efektivitas penyerapan obat dan kecepatan pelepasan zat aktif di area aplikasi. Hasil uji daya sebar menunjukkan bahwa seluruh formula berada dalam rentang yang memenuhi spesifikasi, yaitu 5 - 7 cm. Daya sebar cenderung menurun karena peningkatan jumlah ekstrak yang menyebabkan meningkatnya viskositas gel. Hasil evaluasi daya sebar pada dapat dilihat pada Gambar 1.



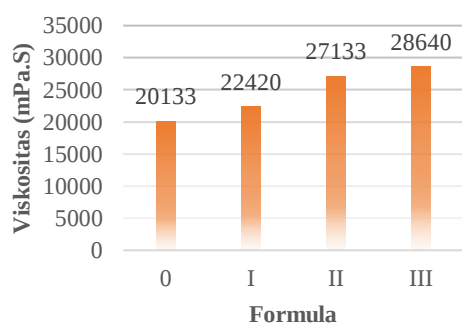
Gambar 1. Uji Daya Sebar Gel

Daya lekat sediaan diukur untuk menentukan kemampuannya melekat pada permukaan kulit dalam jangka waktu yang lama saat digunakan. Hasil uji daya lekat menunjukkan lama lekat sediaan cukup baik walaupun bervariasi pada setiap formula dan memenuhi syarat daya lekat yaitu lebih dari 4 detik. Formula III menunjukkan penurunan waktu lekat akibat kejenuhan gel yang memicu agregasi partikel, sehingga meski viskositas meningkat, struktur menjadi kurang fleksibel dan daya adhesi menurun (Sun *et al.* 2021). Hasil evaluasi daya lekat pada dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Uji Daya Lekat Gel

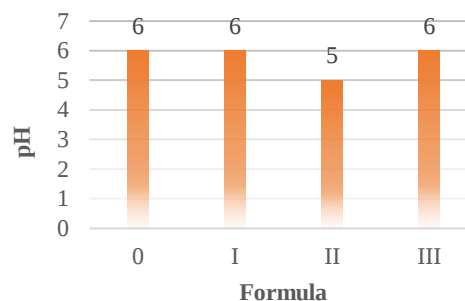
Pengukuran viskositas bertujuan untuk menilai kekentalan suatu formula dengan melihat seberapa besar hambatan terhadap aliran. Formula yang memiliki viskositas tinggi menunjukkan aliran yang lebih lambat akibat resistansi yang besar, sehingga gel terasa lebih kental. Hasil evaluasi viskositas meningkat dari F0 ke FIII dan menunjukkan bahwa seluruh formula berada dalam rentang yang memenuhi syarat, yaitu 2.000-50.000 mPa.s. Peningkatan ini dipengaruhi oleh bertambahnya konsentrasi ekstrak dan berkurangnya jumlah pelarut. Hasil evaluasi viskositas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Uji Viskositas Gel

Penentuan pH sediaan dilakukan untuk memastikan kesesuaian pH dengan rentang aman pH bagi kulit yaitu

4,5 – 6,5. pH sediaan yang terlalu asam atau basa dapat menimbulkan iritasi kulit. Hasil pH seluruh formula yang tercatat menunjukkan pH dalam rentang standar sediaan gel yang baik. Hasil evaluasi pH dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Uji pH Gel

Pengujian aktivitas antibakteri menggunakan formula gel tanpa ekstrak digunakan sebagai kontrol negatif sedangkan antibiotik klindamisin digunakan sebagai kontrol positif. Daya hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dibuktikan dengan terbentuknya zona bening di sekitar sumuran. Hasil uji antibakteri pada Tabel 4 menunjukkan peningkatan konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan besar diameter zona hambat. Semakin tinggi konsentrasi zat aktif ekstrak maka semakin besar jumlah senyawa bioaktif yang aktif menghambat bakteri, sehingga efektivitas penghambatan meningkat. Aktivitas hambat dari ekstrak etil asetat kulit batang delima terhadap bakteri diperkirakan berasal dari kandungan senyawa-senyawa aktif yang bersifat antibakteri, seperti flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin.

Tabel 4. Uji Antibakteri Sediaan Gel

Formula	Rata-rata diameter zona hambat (mm) ± SD	Keterangan
Formula 0	6,27 ± 0,48	Sedang
Formula I	15,40 ± 1,05	Kuat
Formula II	19,13 ± 0,63	Kuat
Formula III	21,29 ± 0,44	Sangat Kuat
K+	37,51 ± 0,59	Sangat Kuat

Aktivitas antibakteri flavonoid berkaitan dengan sifatnya yang lipofilik sehingga mampu menembus membran sel bakteri, mengganggu permeabilitas membran, dan menyebabkan kebocoran sitoplasma. Selain itu, flavonoid juga dapat mendenaturasi protein bakteri sehingga melemahkan fungsi vital sel (Ramadhani *et al.* 2024). Senyawa alkaloid bekerja sebagai antibakteri dengan merusak membran sel, menyebabkan keluarnya komponen intraseluler, serta menghambat replikasi DNA/RNA melalui interkalasi pada basa nukleotida (Rivania *et al.* 2024). Saponin berperan menurunkan tegangan sel sehingga permeabilitas membran meningkat dan mengakibatkan kerusakan pada membran sitoplasma dan kematian sel (Ramadhani *et al.* 2024). Sedangkan tanin bekerja dengan merusak membran sel, menghambat biofilm, serta mengikat ion besi sehingga mengganggu sintesis DNA dan pertumbuhan bakteri (Nor *et al.* 2018).

Analisis data statistik dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara masing-masing formula sediaan gel yang diuji. Data zona hambat yang diperoleh dianalisis menggunakan uji normalitas dan homogenitas untuk selanjutnya dilakukan uji ANOVA *oneway* dan uji post hoc Tukey. Uji normalitas

menggunakan metode Shapiro-Wilk menunjukkan data normal yang ditandai nilai $p > 0,05$ pada seluruh kelompok. Pada uji homogenitas, hasil menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,231 ($p > 0,05$) yang mengindikasikan bahwa data memiliki variasi yang homogen antar kelompok. Nilai signifikansi uji anova sebesar 0,000 yang berada di bawah batas 0,05 menunjukkan bahwa variasi konsentrasi ekstrak memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas antibakteri. Sedangkan hasil uji Tukey menunjukkan bahwa seluruh perbandingan antar kelompok perlakuan menghasilkan nilai signifikansi (p) $< 0,05$, yang mengindikasikan adanya perbedaan yang bermakna secara statistik di antara setiap formula.

KESIMPULAN

Ekstrak etil asetat kulit batang delima (*Punica granatum L.*) dapat diformulasikan menjadi gel yang memenuhi kriteria stabilitas fisik, meliputi organoleptis, pH, homogenitas, daya sebar, daya lekat, dan viskositas. Gel ini mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, dengan diameter zona hambat Formula I 15,40 mm (kuat), Formula II 19,13 mm (kuat), dan

Formula III 21,29 mm (sangat kuat). Formula III 7,5% menunjukkan formula paling optimal dengan hambatan paling kuat, efisien pada konsentrasi rendah, dan stabil secara fisik.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam penyusunan dan penerbitan artikel ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh profesional yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama penelitian dan penyusunan makalah ini, kepada pihak penyedia fasilitas penelitian yang telah membantu kelancaran penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Blegur, F. and Antonius, G., 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Batang Delima (*Punica granatum*. L) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 6. *Jurnal Info Kesehatan*, 15 (2), 190–196.
- Fatimatunnisa, I., Slamet, Rahmatullah, S., and Pambudi, D.B., 2021. Uji Efektivitas Antibakteri Sediaan Salep Ekstrak Daun Puring (*Codiaeum variegatum* (L.) Rumph. Ex A.Juss) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan*, 1, 1005–1015.
- Khafid, A., Wiraputra, M.D., Putra, A.C., Khoirunnisa, N., Putri, A.A.K., Suedy, S.W.A., and Nurchayati, Y., 2023. Uji Kualitatif Metabolit Sekunder pada Beberapa Tanaman yang Berkhasiat sebagai Obat Tradisional. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 8 (1), 61–70.
- Kharisma, D.N.I. and Safitri, C.I.N.H., 2020. Formulasi Dan Uji Mutu Fisik Sediaan Gel Ekstrak Bekatul (*Oryza sativa* L.). *Prociding UMS*, 228–235.
- Mangesa, R. and Irsan, I., 2020. Efektifitas Fraksi Aktif Metanol Daun Sirih Merah (*Piper Crocatum*) Yang Berpotensi Sebagai Antibakteri *Salmonellas Typhi*. *Uniqbu Journal of Exact Sciences*, 1, 40–45.
- Mursyid, A.M., 2017. Evaluasi Stabilitas Fisik Dan Profil Difusi Sediaan Gel (Minyak Zaitun). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4 (1), 205–211.
- Niah, R., Rizki Febrianti, D., and Ariani, N., 2021. Formulasi Dan Uji Evaluasi Fisik Sediaan Gel Handsanitizer Ekstrak Etanol 96% Daun Cocor Bebek (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 4 (1), 129–138.
- Nor, T.A., Indriarini, D., and Koamesah, S.M.J., 2018. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Tepaya (*Carica papaya* L) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* Secara In Vitro. *Cendana Medical Journal*, 6(3) (5), 327–337.
- Nurkhasanah, T.A. and Dhurhanian, C.E., 2023. Analisis Kadar Saponin Pada Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Secara Gravimetri. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 6 (2), 300–309.
- Pakpahan, K.Y., Yamlean, P.V.Y., and Jayanto, I., 2020. Formulasi Dan Uji Antibakteri Gel Ekstrak Etanol Daun Kedondong (*Spondias dulcis*) Terhadap Bakteri *Pseudomonas Aeruginosa*. *Pharmacon*, 9 (1), 8.
- Puspita, P.J., Safithri, M., and Sugiharti, N.P., 2019. Antibacterial Activities of Sirih Merah (*Piper crocatum*) Leaf Extracts. *Current Biochemistry*, 5 (3), 1–10.

- Putri, R.S., Setiawati, S., Setyono, J., Sutrisna, E., and Mardhihusodo, H.R., 2023. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Terong Ungu (*Solanum melongena* L.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 5 (2), 205–211.
- Putria, D.K., Salsabila, I., Darmawan, S.A.N., Pratiwi, E.W.G., and Nihan, Y.A., 2022. Identifikasi Tanin pada Tumbuh-tumbuhan di Indonesia. *PharmaCine : Journal of Pharmacy, Medical and Health Science*, 3 (1), 11–24.
- Ramadani, S.A.D., Hartianty, E.P., Mardiyanti, S., and Kurniawan, A., 2022. Formulasi Dan Evaluasi Fisik Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix* D.C) Dengan Variasi Propilenglikol. *UG JURNAL*, 16 (November), 28–37.
- Ramadhan, R., Hasballah, K., Suryawati, S., and Mulia, D.V., 2022. Daya Hambat Madu Seulawah terhadap Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Jurnal Bioleuser*, 6 (3), 1–4.
- Ramadhani, M.A., Nadifah, S.D., Putri, N.A., and Sulastri, S., 2024. Uji Aktivitas Antibakteri Berbagai Ekstrak Tanaman Herbal Terhadap *Staphylococcus epidermidis*. *Generics: Journal of Research in Pharmacy*, 4 (1), 65–76.
- Rivania, N.A., Nurbidayah, and Rakhmatullah, A.N., 2024. Antibakteri Ekstrak Etanol 70% Herba Bandotan (*Ageratum conyzoides* Linn) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Borneo Journal of Pharmascientech*, 8 (1), 56–61.
- Sari, S.P., Iskandar, B., Firmansyah, F., and Ikhtiaruddin, I., 2021. Formulasi Dan Uji Aktivitas Antibakteri Gel Ekstrak Kering Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) Terhadap *Propionibacterium acnes*. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*, 25 (3), 84–87.
- Saryanti, D., Nugraheni, D., Astuti, N.S., and Pertiwi, N.I., 2019. Optimasi Karbopol Dan HPMC Dalam Formulasi Gel Antijerawat Nanopartikel Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* Linn). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 5 (2), 192–199.
- Slamet, Anggun, B.D., and Pambudi, D.B., 2020. Uji Stabilitas Fisik Formula Sediaan Gel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lamk.). *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 13 (2), 115–122.
- Slamet, Simanjuntak, P., and Setyahadi, S., 2016. Uji Inhibisi Enzim Xantin Oksidase Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn.). *Journal University Research Colloquium*, (27), 493–499.
- Sun, Z., Li, Z., Qu, K., Zhang, Z., Niu, Y., Xu, W., and Ren, C., 2021. A review on recent advances in gel adhesion and their potential applications. *Journal of Molecular Liquids*, 325, 115254.
- Thomas, N.A., Tungadi, R., Hiola, F., and S. Latif, M., 2023. Pengaruh Konsentrasi Carbopol 940 Sebagai Gelling Agent Terhadap Stabilitas Fisik Sediaan Gel Lidah Buaya (*Aloe Vera*). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3 (2), 316–324.