Journal of Pharmaceutical and Sciences
Electronic ISSN: 2656-3088 DOI: https://doi.org/10.36490/journal-jps.com
Homepage: https://journal-jps.com
ORIGINAL ARTICLE JPS. 2026, 9(4), 3457-3467

Stability testing and antibacterial activity of hand sanitizer gel based on ethanolic extract of papaya leaves *(Carica papaya* L.*)* against *Staphylococcus aureus*

Uji stabilitas dan aktivitas antibakteri gel *hand sanitizer* berbasis ekstrak etanol daun pepaya (*Carica Papaya* L.) pada bakteri *Staphylococcus aureus*

Nadia Raihana [a], Hasnaini [a*], Ririn Anjelin [a], Sukma Oktafiani Putri [a]

[a] *Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Keluarga Bunda Jambi, Jambi, Indonesia.*

Corresponding Authors: hasnainineni40@gmail.com

Abstract

Papaya leaves (*Carica papaya L.*) are a source of secondary metabolites with potential antibacterial activity. This study aimed to formulate an ethanolic papaya leaf extract into a hand sanitizer gel and evaluate its physicochemical characteristics, short-term physical stability, and in vitro activity against *Staphylococcus aureus*. The leaves were extracted by maceration with 96% ethanol and incorporated into Carbopol-based gels at 2% (F1), 5% (F2), and 7% (F3). Organoleptic properties, homogeneity, pH, spreadability, adhesiveness, viscosity, irritation, and stability over three temperature cycles were assessed. Antibacterial activity was screened using an agar-well diffusion assay. All formulations were homogeneous and had a reported pH of 5.0. Spreadability was 5.5, 5.6, and 5.3 cm; viscosity was 3,049, 3,068, and 2,628 cP; and adhesiveness was 16, 18, and 14 s for F1, F2, and F3, respectively. No erythema or edema was observed among six volunteers within 24 h. Inhibition zones were observed, although the reported summary diameters were not fully concordant with the replicate data. These findings support the feasibility of papaya leaf extract gel formulations; definitive comparison of antibacterial efficacy and longer-term product safety requires verification and further testing.

Keywords: Carica papaya L.; topical gel; hand sanitizer; physical stability; Staphylococcus aureus; antibacterial activity.

Abstrak

Daun pepaya (*Carica papaya L.*) merupakan sumber metabolit sekunder yang berpotensi memiliki aktivitas antibakteri. Penelitian ini bertujuan mengembangkan gel hand sanitizer berbahan ekstrak etanol daun pepaya serta mengevaluasi karakteristik fisikokimia, stabilitas fisik jangka pendek, dan aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus* secara in vitro. Ekstraksi dilakukan melalui maserasi menggunakan etanol 96%, kemudian ekstrak diformulasikan ke dalam basis gel karbopol dengan konsentrasi 2% (F1), 5% (F2), dan 7% (F3). Evaluasi mencakup organoleptik, homogenitas, pH, daya sebar, daya lekat, viskositas, iritasi, serta stabilitas selama tiga siklus perubahan suhu. Aktivitas antibakteri diamati menggunakan metode difusi sumuran. Ketiga formula homogen dengan pH terlapor 5,0. Daya sebar F1, F2, dan F3 masing-masing 5,5; 5,6; dan 5,3 cm, viskositas 3.049; 3.068; dan 2.628 cP, serta daya lekat 16, 18, dan 14 detik. Pada pengamatan 24 jam terhadap enam sukarelawan tidak ditemukan eritema atau edema. Seluruh formula membentuk zona hambat, tetapi angka diameter ringkasan belum sepenuhnya selaras dengan data pengulangan. Hasil ini menunjukkan kelayakan awal formulasi gel ekstrak daun pepaya; penetapan aktivitas antibakteri terbaik, stabilitas jangka panjang, dan keamanan pemakaian berulang masih memerlukan verifikasi lebih lanjut.

Kata kunci: Carica papaya L.; gel topikal; hand sanitizer; stabilitas fisik; Staphylococcus aureus; aktivitas antibakteri.

Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) License

https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v9i4.1948

Article History:
Received: 27/09/2026,
Revised: 30/10/2026,
Accepted: 14/11/2026,
Available Online: 14/11/2026.

QR access this Article

Pendahuluan

Kebersihan tangan merupakan komponen penting pencegahan transmisi mikroorganisme karena permukaan tangan dapat menjadi perantara perpindahan mikroba antarmanusia maupun dari lingkungan. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri oportunistik yang mampu berkolonisasi pada kulit dan mukosa serta terlibat dalam berbagai infeksi jaringan lunak. Kemampuan kolonisasi, pembentukan biofilm, dan adaptasi terhadap tekanan antimikroba menegaskan pentingnya pendekatan pencegahan yang efektif [1,33,34,48]. Sediaan pembersih tangan tersedia dalam berbagai bentuk, termasuk gel, yang memiliki karakteristik daya sebar dan retensi pada kulit berbeda menurut komposisi basisnya [5,41,43,44].

Pemanfaatan bahan alam sebagai komponen formulasi topikal terus dikembangkan karena keanekaragaman senyawa bioaktifnya. Daun pepaya (*Carica papaya L.*) dilaporkan mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan senyawa fenolik yang berpotensi memengaruhi pertumbuhan bakteri melalui lebih dari satu mekanisme [2,27,35–38]. Studi Putri dan Trimulyono [39] menunjukkan aktivitas ekstrak daun pepaya terhadap *S. aureus* dengan respons yang bergantung pada konsentrasi. Penelitian Khairani dan kolega [40] serta laporan As'ad dan Ma'ruf [4] juga mendukung potensi antibakteri ekstrak etanol daun pepaya, meskipun besaran zona hambat berbeda menurut konsentrasi, metode ekstraksi, dan sistem pengujian. Hasil uji ekstrak bebas tidak serta-merta dapat digeneralisasi pada sediaan gel karena matriks polimer dapat mengubah pelepasan dan difusi senyawa aktif [42,46].

Nurdianti dan kolega [3] telah mengevaluasi gel hand sanitizer yang mengandung ekstrak daun dan biji pepaya, sedangkan penelitian lain lebih menekankan karakter antibakteri ekstrak tanpa menguji konsistensi mutu sediaan akhir [4,39,40]. Dalam pengembangan gel herbal, kesesuaian pH, homogenitas, viskositas, daya sebar, daya lekat, serta kestabilan fisik merupakan faktor yang perlu ditinjau bersamaan dengan respons antibakteri. Penelitian modern pada gel antiseptik menunjukkan bahwa parameter reologi berkaitan dengan proses aplikasi dan performa produk, sehingga pemilihan formula tidak dapat hanya didasarkan pada ukuran zona hambat [41,42].

Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini bertujuan memformulasikan ekstrak etanol daun pepaya pada konsentrasi 2%, 5%, dan 7% sebagai gel hand sanitizer, mengevaluasi karakteristik fisik dan stabilitas awalnya, serta menilai aktivitas penghambatan pertumbuhan *S. aureus* melalui metode difusi sumuran. Pendekatan ini diharapkan menyediakan informasi awal mengenai kelayakan formulasi dan aspek yang perlu dioptimalkan pada pengembangan sediaan topikal berbasis bahan alam.

Metode Penelitian

Penelitian eksperimental laboratorium ini mencakup penyiapan simplisia daun pepaya, ekstraksi, skrining fitokimia kualitatif, pembuatan tiga formula gel, evaluasi mutu fisik dan stabilitas dipercepat, serta pengujian aktivitas antibakteri secara in vitro terhadap *Staphylococcus aureus*. Konsentrasi ekstrak ditetapkan sebesar 2% (F1), 5% (F2), dan 7% (F3); komposisi lengkap disajikan pada Tabel 1. Pengujian antibakteri dilaporkan dilakukan lima kali pengulangan. Penilaian iritasi akut dilakukan pada enam sukarelawan setelah memperoleh persetujuan etik dengan nomor 195/DST/UN21.8/PT.01.04/2026. Tidak dilakukan klaim efektivitas klinis karena penelitian hanya mencakup evaluasi laboratorium dan observasi kulit jangka pendek.

Bahan dan Alat

Bahan aktif yang digunakan adalah ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*). Bahan penyusun gel meliputi Carbopol 940, trietanolamin (TEA), propilen glikol, metil paraben, pewangi sitrus, dan akuades.

Etanol 96% digunakan sebagai pelarut ekstraksi. Media untuk kultur dan uji mikrobiologi meliputi nutrient agar (NA), nutrient broth (NB), dan mannitol salt agar (MSA). Konsentrasi serta fungsi masing-masing bahan sediaan tercantum pada Tabel 1.

Peralatan utama yang digunakan meliputi neraca analitik, blender, pengaduk magnetik, alat gelas laboratorium, rotary evaporator, pH indikator, viskometer Brookfield, kaca objek, cawan Petri, mikropipet, autoklaf, inkubator, dan jangka sorong. Pengukuran viskositas dilakukan menggunakan spindel nomor 4 pada kecepatan 6 rpm; diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong. Perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 26 digunakan untuk pengolahan data.

Prosedur Penelitian

Daun pepaya segar sebanyak 3 kg disortasi dan dirajang, kemudian dikeringkan pada suhu sekitar 55 °C sebelum dihaluskan menjadi serbuk simplisia. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% pada perbandingan bahan dan pelarut 1:10 selama 2 × 24 jam, dilanjutkan remaserasi selama 2 × 24 jam. Filtrat yang diperoleh dikumpulkan dan dipekatkan dengan rotary evaporator pada suhu 40–50 °C hingga terbentuk ekstrak kental [6,26,38]. Identitas bahan tanaman dikonfirmasi berdasarkan hasil determinasi Laboratorium Taksonomi Tumbuhan, FMIPA Universitas Padjadjaran, nomor 20/HB/12/2025.

Skrining fitokimia

Skrining kualitatif dilakukan terhadap ekstrak kental untuk mengidentifikasi alkaloid menggunakan pereaksi Mayer dan Dragendorff; flavonoid dengan magnesium dan asam klorida; saponin melalui pembentukan busa; tanin, fenolik, dan polifenol menggunakan FeCl3; serta steroid dan triterpenoid melalui reaksi Liebermann–Burchard. Hasil pengujian dikategorikan berdasarkan ada atau tidaknya respons pereaksi yang sesuai [7–13,27].

Pembuatan gel

Carbopol 940 dikembangkan di dalam akuades bersuhu sekitar 80–90 °C dan didiamkan selama 24 jam. Basis kemudian diaduk menggunakan pengaduk magnetik selama 30 menit. Metil paraben yang telah dilarutkan, propilen glikol, dan trietanolamin ditambahkan bertahap hingga terbentuk gel yang homogen, lalu dimasukkan ekstrak sesuai konsentrasi formula dan akuades hingga volume akhir. Seluruh formula diberi pewangi sitrus dalam jumlah yang sama. Komposisi bahan aktif dan eksipien disajikan pada Tabel 1 [14,45].

Tabel 1. Komposisi gel hand sanitizer ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*)

Bahan Gel *Hand sanitizer*	Kegunaan	Formulasi		
		F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
Ekstrak daun pepaya	Zat aktif	2%	5%	7%
Carbopol-940	*Gelling agent*	0,5%	0,5%	1%
Triethanolamine	*Alkalizing agent*	0,8 %	0,8 %	0,8 %
Propilen Glikol	Humektan	10%	10%	10%
Metil paraben	Pengawet	0,18%	0,18%	0,18%
Citrus fragrance	Parfum	3 tts	3 tts	3 tts
Aquadest	Pelarut	100 mL	100 mL	100 mL

Evaluasi Sediaan Gel Hand Sanitizer

Pengamatan organoleptik

Warna, aroma, bentuk, dan konsistensi masing-masing formula diamati secara visual untuk menilai keseragaman penampilan serta perubahan selama pengamatan [15].

Pemeriksaan homogenitas

Sebanyak 0,5 g gel ditempatkan di antara dua kaca objek, kemudian diamati penyebaran bahan dan keberadaan partikel kasar, gumpalan, atau pemisahan fase. Sediaan dianggap homogen apabila tidak tampak ketidakteraturan yang nyata [16].

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

Pengukuran pH

Sebanyak 1 g sediaan dicampurkan dengan 10 mL akuades, kemudian pH dievaluasi menggunakan kertas indikator sebagaimana prosedur pada penelitian. Nilai pH digunakan untuk menilai kesesuaian sifat asam–basa sediaan dengan kondisi kulit; ketelitian pengukuran dibatasi oleh resolusi indikator yang digunakan [17,30].

Pengamatan iritasi kulit

Sebanyak 0,5 g gel diaplikasikan pada area belakang telinga dan bagian dalam lengan bawah responden. Setelah 24 jam diamati tanda iritasi lokal, terutama eritema dan edema. Pengujian melibatkan enam sukarelawan sehat dan telah memperoleh persetujuan etik FKIK Universitas Jambi nomor 195/DST/UN21.8/PT.01.04/2026. Pengamatan ini mencerminkan tolerabilitas akut, bukan keamanan pemakaian berulang [18,43].

Pengukuran daya sebar

Sebanyak 0,5 g gel ditempatkan pada permukaan cawan Petri, ditutup menggunakan cawan lain, lalu diberi beban 100 g selama 1 menit. Diameter sebaran diukur dalam sentimeter. Pengukuran ini digunakan untuk menilai kemampuan sediaan terdistribusi pada permukaan aplikasi [19,45].

Pengukuran viskositas

Viskositas diukur menggunakan viskometer Brookfield dengan spindel nomor 4 pada 6 rpm. Sebanyak 100 mL sediaan ditempatkan dalam gelas beker dan spindel dicelupkan hingga posisi pengukuran yang sesuai. Nilai dinyatakan dalam centipoise (cP) sebagai indikator karakteristik alir gel [20,41,42].

Pengukuran daya lekat

Sebanyak 0,5 g sediaan ditempatkan di antara dua kaca objek dan diberi beban 250 g selama 5 menit. Setelah beban dilepaskan, waktu pemisahan kedua permukaan dicatat dalam detik sebagai parameter daya lekat sediaan [21].

Evaluasi stabilitas dipercepat

Stabilitas fisik awal dievaluasi melalui tiga siklus penyimpanan bergantian pada suhu 2 °C dan 40 °C selama enam hari. Pada akhir siklus, sediaan diamati terhadap perubahan warna, bau, konsistensi, homogenitas, pH, dan daya sebar. Pengujian ini merupakan skrining kestabilan jangka pendek dan tidak dapat menggantikan studi stabilitas waktu nyata [22,41,45].

Uji aktivitas antibakteri

Peralatan mikrobiologi disterilkan dengan autoklaf pada 121 °C selama 15 menit. Media NA, NB, dan MSA disiapkan sesuai komposisi pengujian, kemudian diinokulasi dengan suspensi *Staphylococcus aureus* yang disetarakan dengan standar 0,5 McFarland. Aktivitas antibakteri diamati menggunakan metode difusi sumuran dengan memasukkan setiap sediaan gel pada sumuran agar, kemudian menginkubasi cawan pada 37 °C selama 24 jam. Zona bening di sekitar sumuran diukur menggunakan jangka sorong dan dinyatakan dalam milimeter. Pengujian dilaporkan dilakukan lima kali pada setiap formula [23–25]. Hasil zona hambat diperlakukan sebagai indikator skrining in vitro; tanpa kontrol pembanding dan pengujian konsentrasi hambat minimum, parameter ini belum cukup untuk menetapkan potensi antiseptik klinis [40,46].

Analisis Data

Hasil pengukuran numerik diringkas secara deskriptif dalam bentuk nilai rerata dan simpangan baku (SD), apabila data pengulangan tersedia secara memadai. Normalitas dievaluasi menggunakan uji Shapiro–Wilk dan kesamaan ragam menggunakan uji Levene. Untuk data yang memenuhi asumsi parametrik, perbedaan antarkelompok dievaluasi dengan analisis varians satu arah (one-way ANOVA), dilanjutkan uji Tukey pada taraf kemaknaan $\alpha = 0{,}05$. Hasil p yang telah dilaporkan dalam penelitian dipertahankan sebagai informasi awal, tetapi interpretasi komparatif harus dikaitkan dengan tabel data pengulangan yang telah diverifikasi dan satuan pengukuran yang konsisten. Analisis statistik dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 26.

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

Hasil dan Pembahasan

Hasil identifikasi botani mengonfirmasi bahan uji sebagai daun pepaya (*Carica papaya L.*), berdasarkan surat determinasi nomor 20/HB/12/2025. Evaluasi dilanjutkan melalui karakterisasi ekstrak, pemeriksaan mutu fisik gel, pengamatan stabilitas, dan uji aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Interpretasi tiap parameter mempertimbangkan komposisi basis gel, karakteristik bahan alam, serta keterbatasan rancangan pengujian.

Tabel 2. Hasil skrining fitokimia ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L.*)

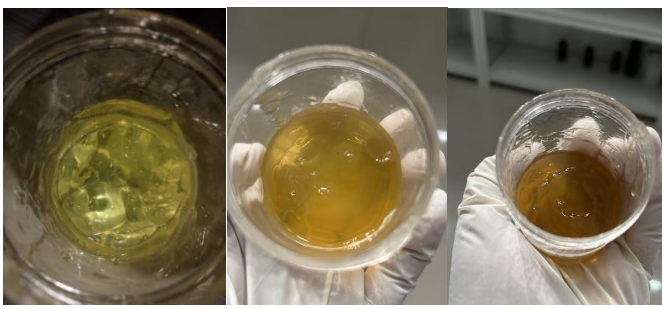
No	Senyawa Metabolit Sekunder	Pereaksi	Keterangan
1.	Alkaloid	Mayer	+
		Dragendorff	+
2.	Flavanoid	HCL+Serbuk Mg+Amil alkohol	+
3.	Saponin	Aquadest+HCL 1N	+
4.	Tanin	$FeCl_3$ 5%	+
5.	Fenolik	$FeCl_3$	+
6.	Steroid dan Triterpenoid	Kloroform+asam asetat anhidrat+asam sulfat	+
7.	Polifenol	$FeCl_3$	+

Keterangan:
+ : terdeteksi
- : tidak terdeteksi

Susut pengeringan simplisia yang dilaporkan sebesar 0,83% menunjukkan rendahnya kehilangan massa pada kondisi pemeriksaan. Nilai kadar air tercantum sebagai 0,52 ± 0,82 tanpa rincian satuan dan data ulangan, sehingga interpretasi presisi serta kesesuaiannya terhadap parameter standar memerlukan konfirmasi. Pengendalian kadar air dan pengeringan penting karena memengaruhi kualitas serta konsistensi bahan baku simplisia [27,47].

Serbuk simplisia diperoleh setelah sortasi, perajangan, dan pengeringan. Maserasi dengan etanol 96% serta pemekatan pada suhu terkontrol menghasilkan ekstrak kental untuk formulasi. Perbedaan jenis pelarut, lama ekstraksi, dan kondisi pengeringan dapat memengaruhi profil metabolit terlarut maupun hasil uji antimikroba. Oleh karena itu, standarisasi parameter bahan awal dan proses ekstraksi diperlukan agar mutu ekstrak antarbatch tetap konsisten [35,37,38,47].

Skrining fitokimia kualitatif menunjukkan respons positif terhadap kelompok alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, fenolik, steroid/triterpenoid, dan polifenol (Tabel 2). Temuan ini konsisten dengan laporan bahwa daun pepaya mengandung berbagai senyawa fenolik dan metabolit bioaktif [11–13,27,35–38]. Aktivitas antibakteri suatu ekstrak dapat melibatkan gangguan integritas membran dan interaksi senyawa fenolik dengan protein mikroba, tetapi mekanisme tersebut tidak diuji secara langsung pada penelitian ini [36,46]. Hasil skrining kualitatif tidak memberikan informasi mengenai kadar senyawa atau kontribusi individualnya terhadap respons antibakteri; penetapan kadar dan karakterisasi kimia lanjutan diperlukan untuk pengujian mekanistik yang lebih kuat.



F1 F2 F3

Gambar 1. Penampilan gel hand sanitizer ekstrak etanol daun pepaya pada konsentrasi 2% (F1), 5% (F2), dan 7% (F3).

Ketiga formula menunjukkan konsistensi semipadat dan aroma sitrus, dengan perubahan intensitas warna sejalan dengan variasi konsentrasi ekstrak. F1 berwarna kuning, F2 kuning kecokelatan, dan F3 cokelat lebih pekat (Gambar 1). Seluruh sediaan memperlihatkan distribusi bahan yang homogen, tanpa partikel

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

kasar atau pemisahan fase yang teramati. Karakteristik warna tersebut perlu diperhatikan pada evaluasi penerimaan pengguna, sedangkan homogenitas mencerminkan keberhasilan awal proses pencampuran [16,29].

Tabel 3. Hasil pengukuran pH sediaan gel

No	Formula	Pengulangan			Standar Deviasi (SD)
		1	2	3	
1	Gel Hand *sanitizer* 1	5	5	5	5,00 ± 0,00
2	Gel Hand *sanitizer* 2	5	5	5	5,00 ± 0,00
3	Gel Hand *sanitizer* 3	5	5	5	5,00 ± 0,00

Nilai pH terlapor pada seluruh formula adalah 5,00 ± 0,00 (Tabel 3). Nilai ini berada pada rentang yang lazim digunakan sebagai acuan awal penilaian sediaan topikal [17,30]. Namun, pengukuran dilakukan dengan indikator pH sehingga penulisan simpangan baku 0,00 tidak dapat langsung diartikan sebagai ketelitian analitik yang tinggi. Konfirmasi menggunakan pH meter terkalibrasi dianjurkan untuk pemeriksaan mutu formulasi yang lebih presisi.

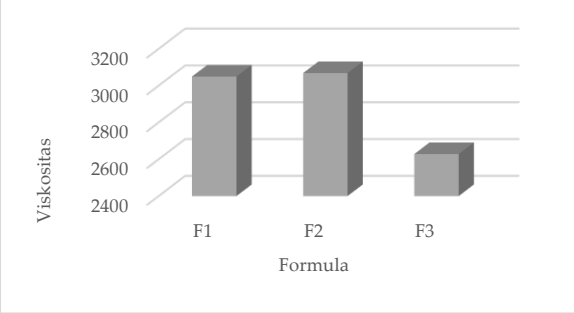
Tabel 4. Hasil evaluasi daya sebar gel

No	Formula	Pengulangan			Standar Deviasi (SD)
		1	2	3	
1	Gel Hand *sanitizer* 1	5,7 cm	5,6 cm	5,2 cm	5,5 ± 0,11
2	Gel Hand *sanitizer* 2	5,55 cm	5,65 cm	5,7 cm	5,6 ± 0,08
3	Gel Hand *sanitizer* 3	5,35 cm	5,65 cm	5,05 cm	5,3 ± 0,54

Daya sebar F1, F2, dan F3 masing-masing dilaporkan sebesar 5,5 ± 0,11; 5,6 ± 0,08; dan 5,3 ± 0,54 cm (Tabel 4). Ketiga formula menunjukkan kemampuan menyebar pada permukaan uji, dengan F2 memiliki rerata tertinggi. Perbedaan antarformula tidak dapat dijelaskan semata-mata oleh kadar ekstrak karena F3 juga menggunakan Carbopol 940 pada konsentrasi lebih tinggi (1%) dibandingkan F1 dan F2 (0,5%). Kenaikan kadar polimer dapat mengubah sifat reologi dan perilaku penyebaran sediaan [19,42,45].

Pengamatan daya lekat menunjukkan waktu pemisahan sebesar 16 detik pada F1, 18 detik pada F2, dan 14 detik pada F3. Nilai tersebut menggambarkan perbedaan kemampuan retensi antarsediaan di bawah kondisi pembebanan yang sama. Daya lekat merupakan karakteristik formulasi yang perlu ditinjau bersama viskositas dan daya sebar karena peningkatan waktu kontak tidak selalu sejalan dengan kenyamanan penggunaan [21,42]. Pada pengamatan iritasi akut selama 24 jam terhadap enam sukarelawan tidak ditemukan eritema ataupun edema setelah aplikasi gel. Pengujian telah mendapatkan persetujuan etik FKIK Universitas Jambi nomor 195/DST/UN21.8/PT.01.04/2026. Hasil ini menunjukkan tidak adanya reaksi yang teramati pada kondisi dan durasi pemeriksaan tersebut, tetapi belum dapat menjadi dasar pernyataan keamanan menyeluruh karena ukuran sampel kecil dan belum dilakukan uji sensitisasi atau pemakaian berulang [31,43].

Viskositas yang diperoleh adalah 3.049 cP (F1), 3.068 cP (F2), dan 2.628 cP (F3) (Gambar 2). F2 menunjukkan nilai tertinggi, sedangkan F3 terendah. Perbedaan viskositas dapat dipengaruhi oleh interaksi ekstrak dengan polimer, derajat netralisasi karbopol, pH, serta kondisi pengukuran. Mengingat F3 memiliki kadar Carbopol 940 yang berbeda, hubungan sebab-akibat antara kadar ekstrak dan viskositas belum dapat disimpulkan hanya dari tiga formula ini [20,41,42].



Gambar 2. Viskositas gel hand sanitizer ekstrak etanol daun pepaya pada ketiga formula.

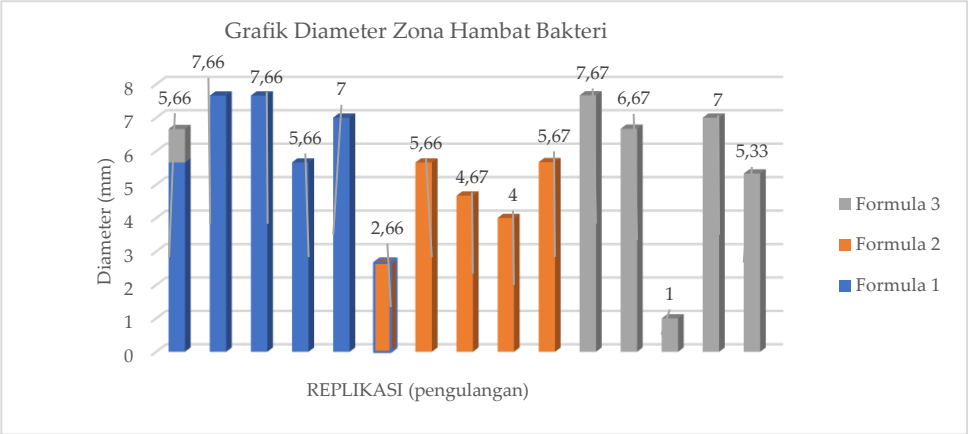
Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

Selama tiga siklus cycling test pada suhu 2 °C dan 40 °C, ketiga gel tidak menunjukkan perubahan organoleptik atau pemisahan fase yang dilaporkan. Penampilan, homogenitas, pH, dan daya sebar masih memenuhi kriteria pengamatan awal setelah enam hari pengujian. Meskipun temuan ini mendukung stabilitas fisik jangka pendek, informasi tersebut belum setara dengan bukti kestabilan selama masa simpan karena tidak tersedia evaluasi degradasi senyawa aktif, kontaminasi mikroba, atau perubahan mutu dalam penyimpanan jangka panjang [22,41,45].

Pertimbangan keamanan sediaan topikal perlu mencakup kompatibilitas matriks gel, potensi iritasi dari bahan aktif dan bahan tambahan, serta perubahan mutu selama penyimpanan. Tidak ditemukannya tanda iritasi pada enam responden merupakan indikator toleransi awal pada durasi pengamatan yang terbatas, bukan pembuktian bahwa seluruh kemungkinan reaksi kulit telah tersingkirkan. Studi penggunaan berulang dengan prosedur yang terstandar masih diperlukan sebelum pengembangan produk untuk penggunaan rutin [36,43].

Tabel 5. Data diameter zona hambat *Staphylococcus aureus* pada pengujian difusi sumuran

Kelompok Perlakuan	Rata-rata (Mean) ± Standar Deviasi(SD) diameter zona hambat bakteri				
	Bakteri 1	Bakteri 2	Bakteri 3	Bakteri 4	Bakteri 5
F1	5,66 ±1,52	7,66 ± 0,56	7,66 ± 0,56	5,66 ± 1,52	7 ± 0,00
	2,5 mm	1 mm	1 mm	2,5 mm	1,5 mm
F2	2,66 ± 0,59	5,66 ± 2,30	4,67 ± 2,08	4 ± 2,65	5,67 ± 1,53
	1 mm	4 mm	2,5 mm	3 mm	2,5 mm
F3	7,67 ± 0,58	6,67 ± 0,58	7,67 ± 0,58	7 ±1.00	5,33 ±1.15
	1 mm	1 mm	1 mm	1,5 mm	2 mm



Gambar 3. Profil diameter zona hambat *Staphylococcus aureus* pada pengujian difusi sumuran.

Uji difusi sumuran pada media MSA menghasilkan zona bening di sekitar sumuran yang mengandung formulasi gel (Tabel 5 dan Gambar 3), menunjukkan adanya aktivitas penghambatan pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dalam kondisi in vitro. Secara farmakologis, aktivitas tersebut mungkin berkaitan dengan sejumlah metabolit sekunder yang terdeteksi, tetapi hubungan kausal dan mekanisme molekuler belum dapat ditetapkan hanya berdasarkan uji skrining fitokimia dan difusi agar [35,37,39,40,49]. Hasil dari metode difusi juga dipengaruhi kemampuan senyawa bergerak melalui matriks agar sehingga perlu ditafsirkan secara hati-hati, terutama pada sediaan semipadat [42,46].

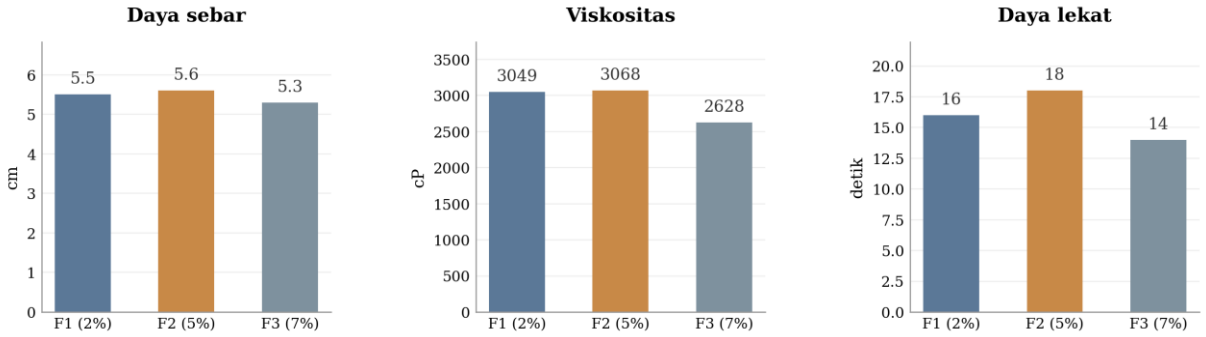
Uraian ringkasan hasil mencantumkan diameter zona hambat sebesar 8,5 mm (F1), 13 mm (F2), dan 6,5 mm (F3), tetapi angka tersebut belum sepenuhnya selaras dengan deret pengulangan yang ditampilkan pada Tabel 5 maupun profil pada Gambar 3. Ketidaksesuaian ini memerlukan pemeriksaan kembali lembar kerja pengukuran, definisi diameter yang digunakan, dan prosedur peringkasan data sebelum dilakukan pemeringkatan efektivitas antibakteri. Karena itu, interpretasi yang dapat dipertahankan saat ini adalah bahwa ketiga formulasi menunjukkan aktivitas penghambatan dalam pengujian awal, sedangkan penetapan formula dengan aktivitas paling tinggi belum dapat dinyatakan secara definitif. Perbedaan diameter zona hambat tidak selalu mengikuti peningkatan kadar ekstrak karena sifat difusi dan karakteristik basis gel juga dapat memengaruhi hasil [39,40,46].

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

Ditinjau dari mutu fisik, F2 memperlihatkan daya sebar paling tinggi (5,6 cm) dan daya lekat paling lama (18 detik), dengan viskositas 3.068 cP serta pH terlapor 5,0. F1 dan F3 juga menunjukkan karakteristik fisik yang layak pada tahap skrining. Namun, keberterimaan produk tidak cukup ditetapkan dari satu parameter, melainkan memerlukan penilaian simultan terhadap konsistensi, kestabilan, sifat alir, dan kemudahan aplikasi. Pengaruh perubahan formulasi pada kinerja gel sejalan dengan kajian hubungan reologi dan pelepasan bahan aktif dalam sediaan semipadat [41,42,45].

Komposisi pada Tabel 1 memperlihatkan dua faktor yang bervariasi bersamaan: kadar ekstrak meningkat dari F1 hingga F3, sedangkan kadar Carbopol 940 pada F3 meningkat dari 0,5% menjadi 1%. Kondisi tersebut menyebabkan pengaruh konsentrasi ekstrak terhadap aktivitas antibakteri, daya sebar, dan viskositas tidak dapat dipisahkan secara independen. Rancangan faktorial dengan variasi ekstrak dan konsentrasi polimer yang diatur secara terpisah akan memberikan dasar ilmiah yang lebih kuat untuk menentukan formula optimum. Selain itu, pengujian aktivitas antibakteri idealnya menyertakan basis gel tanpa ekstrak, pembanding antiseptik, serta penetapan konsentrasi hambat minimum agar efek ekstrak dapat dibedakan dari pengaruh bahan tambahan dan metode uji [41,45,46].

Analisis statistik yang tercantum pada penelitian melaporkan nilai p untuk uji Shapiro–Wilk sekitar 0,086–0,314 dan uji homogenitas sekitar 0,271–0,400, serta nilai signifikansi ANOVA sebesar p = 0,003. Meskipun demikian, keluaran uji lanjut mencantumkan rerata F2 sebesar 2,8000 mm, sedangkan narasi sebelumnya menyebutkan F2 memiliki zona hambat 13 mm. Ketidakselarasan satuan dan sumber angka tersebut membuat besaran perbedaan antarformula dan penetapan formulasi unggul belum dapat ditafsirkan secara meyakinkan. Data pengulangan yang telah dibersihkan, definisi setiap nilai pada Tabel 5, serta keluaran statistik lengkap diperlukan untuk memvalidasi p yang dilaporkan sebelum naskah digunakan untuk menarik kesimpulan komparatif.



Gambar 4. Perbandingan daya sebar, viskositas, dan daya lekat gel hand sanitizer ekstrak etanol daun pepaya. F1: 2%; F2: 5%; F3: 7%.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi oleh tiga siklus uji stabilitas dipercepat, pengamatan iritasi akut hanya selama 24 jam pada enam responden, dan belum digunakannya kontrol positif maupun kontrol basis gel pada pengujian antibakteri. Kadar Carbopol 940 yang tidak seragam antarseluruh formula juga membatasi pemisahan efek konsentrasi ekstrak terhadap sifat fisik dan kemampuan difusi. Di samping itu, angka zona hambat pada ringkasan, tabel pengulangan, dan uraian statistik memerlukan rekonsiliasi sebelum dipakai untuk menentukan formula yang paling aktif. Penelitian lanjutan sebaiknya mencakup uji stabilitas waktu nyata, penilaian keamanan pemakaian berulang, standardisasi ekstrak berdasarkan kandungan marker, serta metode antibakteri kuantitatif dengan kontrol yang sesuai [35,41,43,46].

Kesimpulan

Ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*) dapat diformulasikan menjadi gel hand sanitizer pada konsentrasi 2%, 5%, dan 7%. Ketiga formula menunjukkan homogenitas, pH terlapor 5,0, daya sebar 5,3–5,6 cm, viskositas 2.628–3.068 cP, serta kestabilan fisik awal selama tiga siklus perubahan suhu. Dalam pengamatan 24 jam terhadap enam sukarelawan, tidak ditemukan tanda iritasi lokal. Seluruh formulasi menghasilkan zona hambat terhadap *Staphylococcus aureus* secara in vitro; namun, ketidaksesuaian data pengulangan dengan diameter ringkasan belum memungkinkan penetapan formula dengan aktivitas

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

antibakteri tertinggi secara definitif. Validasi data, rancangan formulasi terkontrol, serta pengujian keamanan dan efektivitas lanjutan diperlukan sebelum aplikasi yang lebih luas.

Konflik Kepentingan

Seluruh penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan finansial maupun nonfinansial yang dapat memengaruhi perancangan, pelaksanaan, analisis, interpretasi hasil, atau penyusunan artikel ini.

References

[1] Evy Ratnasari Ekawati, Siti Nur Husnul Y. DH. Aktivitas antibakteri fraksinasi daun sirih merah (*Pipper crocatum*) terhadap bakteri *Staphylococus aureus* secara *in-vitro*. Pharmaceutical Journal Islam Pharm 2023;7:34–43. https://doi.org/10.21111/pharmasipha.v7i1.8960.

[2] Lestari Sudarwati TP. Aktivitas Antibakteri Daun Pepaya (*Carica Papaya*) Menggunakan Pelarut Etanol Terhadap Bakteri Bacillus subtilis. J Pharmasci (Journal Pharm Sci 2018;3:13–6. https://doi.org/10.53342/pharmasci.v3i2.105.

[3] Nurdianti L, Subarna SS, Suhendy H, Yuliana A, Setiawan F. Perbandingan Formula Sediaan Gel Hand Sanitizer Dengan Zat Aktif Ekstrak Etanol Daun Pepaya (*Carica Folium* L) Dan Ekstrak Etanol Biji Pepaya (Carica Semen L) Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus 2020;3:136–43.

[4] Muh. Fadhil As'ad, Dedy Ma'ruf S. Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Pepaya (Carica papaya L.) Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus 2024;04:91–6.

[5] Futri CL, Yaturramadhan H. Formulation of Gel HandSanitizer Ethanol Extract Salam Leaves with Carbopol and Na CMC as Gelling Agent. J Public Heal Pharm 2022;2:10–4. https://doi.org/10.56338/jphp.v2i1.3729.

[6] Fatma Eka Putri, Andarini Diharmi RKI. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Pada Rumput Laut Cokelat (Sargassum Plagyophyllum) Dengan Metode Fraksinasi 2023;15.

[7] Anggraini W, Nisa SC, DA RR, ZA BM. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol 96 % buah blewah (cucumis melo l . Var . Antibacterial activity of 96 % ethanol extract cantaloupe fruit (cucumis melo l . Var . Cantalupensis) against escherichia coli bacteria. Pharm J Indones 2019;5:61–6.

[8] Tiara Dwicahyani, Sumardianto LRD. Uji Bioaktivitas Ekstrak Teripang Keling Holothuria Atra Sebagai Antibakteri Staphylococcus Aureus Dan Escherichia Coli 2018;7:15–24.

[9] Krismayadi, Ernie Halimatushadyah, Dila Apriani Mfc. Standarisasi Mutu Simplisia Dan Ekstrak Etanol Daun Kemangi (Ocimum X Africanum Lour.) 2024;03:67–81.

[10] Saptowo A, Supriningrum R. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Sekilang (Embeliaborneensis Scheff) Terhadap Bakteri Propionibacterium Acnes Dan Staphylococcus Epidermidis 2021:93–7.

[11] Yuliastuti D, Sari WY, Islamiyati D. Skrining Fitokimia Ekstrak Dan Fraksi Etanol 70 % Daging Buah Pepaya (Carica Papaya L .) Phytochemical Extracts And Fraction 70 % Ethanolic Of Papaya Fruit Flesh 2019;15:110–4. Https://Doi.Org/10.37160/Bmi.V15i2.391.

[12] Putri D, Zebua L. Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Sambung Nyawa (Gynura Procumbens (Lour) Merr .) Sebagai Antidiabetes Terhadap Tikus Putih Jantan (Rattus Norvegicus) Yang Diinduksi Aloksan 2024;2.

[13] Aulia Azizah Rauf, Himaniarwati SS. Penetapan Kadar Polifenol Total Dan Tanin Total Dari Ekstrak Etanol Buah Senggani (melastoma malabathricum L .) Serta Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Metode ABTS Aulia Azizah Rauf , Himaniarwati , Selpirahmawati Saranani Determination Of Total Polypheno 2023;2.

[14] Rahmatullah, S., Slamet, S., Ningrum, W. A., & Dewi NK. Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Gel Hand Sanitizer Sebagai Antiseptik Tangan Dengan Variasi Basis Karbopol 940 Dan Tea. Chmk Pharm Sci J 2020;3:189–94.

[15] Rusmin. Formulasi Dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Masker Gel Peel-Off Ekstrak Etanol Daun Bayam Merah (Amaranthus Tricolor L.) Dengan Basis Polivinil Alkohol 2024;8:110–22.

[16] Syafitri A, Sianpar MP, Fantika A. Formulasi Dan Uji Efektivitas Sediaan Ekstrak Etanol Kulit Pepaya (Carica Papaya L) Sebagai Brightening Gel Serum. 2024 2024;7.

[17] Wasiaturrahmah Y, Jannah R. Formulasi Dan Uji Sifat Fisik Gel Hand Sanitizer Dari Ekstrak Daun

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

Salam (Syzygium Polyanthum) Formulation And Physical Properties Test Of Hand Sanitizer Gel From Bay Leaf Extract (Syzygium Polyanthum) 2018;2:87–94.

[18] Bella Afni Ganis, Ade Maria Ulfa N. Uji Efektivitas Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus Dan Escherichia coli* Dalam Sediaan Gel Hand *Sanitizer* 2022;9:721–31.

[19] Rahayu T, Fudholi A, Fitria A. The Simplex Grid Design Method Was Used To Optimize The Gel formulation of Tobacco Leaf Extract (Nicotiana tabacum) with Modifications in Carbopol940 and Tea Content (Sld). J Ilm Farm 2016;12:22–34.

[20] Sabtanti Harimurti RH. Pengaruh Variasi Konsentrasi Karbomer Sebagai Gelling Agent Terhadap Viskositas Dan Ph Sediaan Gel Antiseptik Ekstrak Etanolik Daun Sirih Merah (2016).

[21] Wahidah S, Ayu G, Saputri R. Formulasi dan Uji Stabilitas Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Asam Jawa (*Tamarindus indica* L .) dengan Variasi Gelling Agent 2024;10:508–18.

[22] Septiani G, Nofriyaldi A, Endah SRN. Uji Stabilitas Sediaan Hair Tonic Kombinasi Ekstrak Daun Pandan Wangi *(Pandanus Amarillyfolius*) Dan Herba Pegagan (*Centella Asiatica*). Heal Tadulako J (Jurnal Kesehat Tadulako) 2021;7:47–52. https://doi.org/10.22487/htj.v7i1.154.

[23] Kolopita PS, Hariyadi H, Sambou CN, Tulandi SS. Uji Aktivitas Antibakteri Kulit Batang Alpukat (*Persea americana* Mill) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. Maj INFO Sains (2022);3:19–26. https://doi.org/10.55724/jis.v3i1.46.

[24] Indarto, Windy Narulita, Bambang Sri Anggoro AN. Aktivitas antibakteri ekstrak daun binahong terhadap *propionibacterium acnes* (2019);10:67–78.

[25] Novitasari TM, Rohmi R, Inayati N. Potensi Ikan Teri Jengki (*Stolephorus indicus*) Sebagai Bahan Media Alternatif untuk Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. J Anal Med Biosains (2019);6:1. https://doi.org/10.32807/jambs.v6i1.119.

[26] Kaban VE, Nasri N, Syahputra HD, Fitri R. Formulasi Sediaan Gel dari Ekstrak Metanol Biji Alpukat (*Persea americana* Mill .) Sebagai Penyembuh Luka Sayat Pada Tikus Jantan (*Rattus norvegicus*) (2022);5:12–8.

[27] Alifa Fajar Khairunnisa, Andina Reza Amelia FF. Karakterisasi dan Skrining Fitokimia Simplisia Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) (2023);4:1–10.

[28] Intan Permata Sari, M. Agus Wibowo SA. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Teripang Butoh Keling (*Holothuria Leucospilota*) Dari Pulau Lemukutan Terhadap Bakteri *Propionibacterium Acnes* Dan *Staphylococcus Epidermidis* (2015);4.

[29] Ramadani F, Ardiyantoro B, Fitriawati A. Evaluasi Uji Mutu Fisik Dan Uji Stabilitas Sediaan Gel Etanol Kulit Buah Jeruk Kalamansi (*Citrus Microcarpa Bunge*) (2026) ;7:4292–301.

[30] Suhesti TS. Formulation of Gel Hand *Sanitizer* of Nagasari Leaf Extract (*Mesua ferrea* L.) Formulasi Sediaan Gel Hand Sanitizer Ekstrak Etanol Daun Nagasari (*Mesua ferrea* L .) 2021;1.

[31] Chifamba J, Mutonono R, Chinyavanhu C. Antifungal Activity and Biosafety Assessment of Vernonia adoensis (2025) ;34:190–204.

[32] Yahdian Rasyadi, Miftahur Rahmi SMI. Formulasi Gel Hand Sanitizer Ekstrak Etil Asetat Daun Kunyit (*Curcuma Domestica Val*) Dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* (2021);6.

[33] Howden BP, Giulieri SG, Wong Fok Lung T, Baines SL, Sharkey LK, Lee JYH, et al. *Staphylococcus aureus* host interactions and adaptation. Nat Rev Microbiol. 2023;21(6):380–395. doi:10.1038/s41579-023-00852-y.

[34] Piewngam P, Otto M. *Staphylococcus aureus* colonisation and strategies for decolonisation. Lancet Microbe. 2024;5(6):e606–e618. doi:10.1016/S2666-5247(24)00040-5.

[35] Choudhary R, Kaushik R, Akhtar A, Manna S, Sharma J, Bains A. Nutritional, phytochemical, and antimicrobial properties of Carica papaya leaves: implications for health benefits and food applications. Foods. 2025;14(2):154. doi:10.3390/foods14020154.

[36] Akanda MKM, Hasan AHMN, Mehjabin S, Parvez GMM, Yasmin S, Akhtar MS, et al. Carica papaya in health and disease: a review of its bioactive compounds for treating various disease conditions, including anti-inflammatory and anti-arthritic activities. Inflammopharmacology. 2025;33(6):3051–3084. doi:10.1007/s10787-025-01780-4.

[37] Alhodieb FS, Farid M, Sabir M, Nisa S, Sarwar S, Abbas S. Exploring the bioactive compounds of Carica papaya leaves: phytol's role in combatting antibiotic-resistant bacteria. Front Cell Infect Microbiol. 2025;15:1564787. doi:10.3389/fcimb.2025.1564787.

[38] Karo-Karo SU, Arianto A, Salim E. Antibacterial activity and determination of total phenol and flavonoid of *Carica papaya L.* ethanol extract. Int J Sci Technol Manag. 2023;4(1):233–238.

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

doi:10.46729/ijstm.v4i1.738.

[39] Putri D, Trimulyono G. The effectiveness of papaya leaf extract (*Carica papaya L.*) against the in vitro bacterial growth inhibition of *Staphylococcus aureus*. LenteraBio. 2023;12(2):172–178. doi:10.26740/lenterabio.v12n2.p172-178.

[40] Khairani VF, Maryati, Rahmawati J. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Usadha J Pharm. 2026;5(2):204–218. doi:10.23917/ujp.v5i2.1010.

[41] Sommatis S, Capillo MC, Maccario C, Rauso R, D'Este E, Herrera M, et al. Antimicrobial efficacy assessment and rheological investigation of two different hand sanitizers compared with the standard reference WHO formulation 1. Gels. 2023;9(2):108. doi:10.3390/gels9020108.

[42] Jin X, Alavi SE, Shafiee A, Leite-Silva VR, Khosrotehrani K, Mohammed Y. Metamorphosis of topical semisolid products—understanding the role of rheological properties in drug permeation under the "in use" condition. Pharmaceutics. 2023;15(6):1707. doi:10.3390/pharmaceutics15061707.

[43] Suwanchai C, Udompataikul M, Kamanamool N, Kanokrungsee S. A comparative study on the effect of alcohol-based hand sanitizers in spray and gel formulation on the skin: a prospective, randomised, crossover trial. Contact Dermatitis. 2024;90(4):394–401. doi:10.1111/cod.14476.

[44] Tulsawani R, Verma K, Kohli E, Sharma P, Meena YS, Amitabh, et al. Anti-microbial efficacy of a scientifically developed and standardized herbal-alcohol sanitizer. Arch Microbiol. 2024;206(2):77. doi:10.1007/s00203-023-03805-4.

[45] Anggoro N, Endriyatno NC. Formulasi gel ekstrak daun sirih cina (Peperomia pellucida L. Kunth) variasi Carbopol 940 serta uji fisik dan stabilitasnya. Sasambo J Pharm. 2024;5(1). doi:10.29303/sjp.v5i1.286.

[46] Bubonja-Šonje M, Knežević S, Abram M. Challenges to antimicrobial susceptibility testing of plant-derived polyphenolic compounds. Arh Hig Rada Toksikol. 2020;71(4):300–311. doi:10.2478/aiht-2020-71-3396.

[47] Candra A, Fahrimal Y, Yusni Y, Azwar A, Santi TD. Phytochemistry and antifatigue activities of Carica papaya leaf from geothermal, coastal and urban areas, Indonesia. Narra J. 2024;4(1):e321. doi:10.52225/narra.v4i1.321.

[48] Riebelmann J, Schittek B. The role of neutrophils and neutrophil extracellular traps in *Staphylococcus aureus* colonization in healthy and inflamed skin. J Invest Dermatol. 2026;146(9):2396–2407. doi:10.1016/j.jid.2026.04.006.

[49] Dewi MA, Gumilar A, Indah WS. Aktivitas antibiofilm ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap *Staphylococcus aureus*. Pharmacoscript. 2024;7(1):122–133. doi:10.36423/pharmacoscript.v7i1.1552.

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com