

Citrunas: Formulasi Desinfektan Spray Ramah Lingkungan dari Limbah Kulit Jeruk dan Nanas untuk Alat Makan dan Alat Masak yang Ekonomis

Zairinayati Zairinayati*, Novianty Novianty, Sinta Sinta

Program Studi DIII Kesehatan Lingkungan, Fakultas Vokasi, Universitas Muhammadiyah Ahmad Dahlan Palembang, Indonesia

*Corresponding author: zairinayati.kesling@gmail.com



©2026. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Info Artikel: Diterima 17 Maret 2026 ; Direvisi 21 Agustus 2026 ; Disetujui 8 Oktober 2026

Tersedia online : 12 Oktober 2026 ; Diterbitkan secara teratur : Oktober 2026



Cara sitasi: Zairinayati, Novianty, Sinta. Citrunas: Formulasi Desinfektan Spray Ramah Lingkungan dari Limbah Kulit Jeruk dan Nanas untuk Alat Makan dan Alat Masak yang Ekonomis. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2026 Okt;25(3):301-309. <https://doi.org/10.14710/jkli.83215>.

ABSTRAK

Latar belakang: Kontaminasi mikroorganisme pada alat makan dan alat masak berpotensi menyebabkan penyakit bawaan makanan. Penggunaan desinfektan kimia secara terus-menerus juga dapat menimbulkan residu dan dampak lingkungan. Limbah kulit jeruk dan kulit nanas mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi dimanfaatkan sebagai desinfektan alami spray Citrunas. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi optimal Citrunas berbasis kombinasi ekstrak kulit jeruk dan kulit nanas dalam mengendalikan jumlah koloni mikroorganisme pada alat makan dan alat masak

Metode: Penelitian ini merupakan eksperimen laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Ahmad Dahlan Palembang pada 15 Desember 2025-30 Januari 2026. Sampel adalah piring, sendok, gelas, panci, wajan, dan sutil dengan tiga kali pengulangan, terdiri atas 18 kontrol dan 108 perlakuan (n=126). Ekstrak kulit jeruk dan kulit nanas diperoleh melalui maserasi menggunakan metanol dan etanol pada konsentrasi 30%, 40%, dan 50%, kemudian diformulasikan menjadi spray Citrunas. Variabel bebas adalah formulasi berdasarkan jenis pelarut dan konsentrasi, sedangkan variabel terikat adalah jumlah koloni mikroorganisme yang diukur dengan *Total Plate Count* (TPC) melalui teknik swab. Data dianalisis secara deskriptif, Kruskal-Wallis, dan Mann-Whitney.

Hasil: Terdapat perbedaan signifikan jumlah koloni mikroorganisme antarformula Citrunas ($p < 0,05$). Formula F2 (metanol 40%) menunjukkan efektivitas tertinggi dengan *mean rank* terendah sebesar 22,00.

Simpanan: Kombinasi ekstrak kulit jeruk dan kulit nanas dapat diformulasikan menjadi spray Citrunas yang berpotensi sebagai alternatif desinfektan untuk mendukung higiene dan sanitasi alat makan dan alat masak. Formula F2 (metanol 40%) merupakan formula paling efektif berdasarkan uji Kruskal-Wallis dan berbeda signifikan dengan F5 (etanol 40%) pada uji Mann-Whitney ($p < 0,05$).

Kata kunci: *Disinfektan Spray; Kulit Nanas; Kulit Jeruk; Alat Masak; Alat Makan*

ABSTRACT

Title: *Citrunas: An Eco-Friendly Disinfectant Spray Formulation Made from Orange and Pineapple Peel Waste for Cost-Effective Tableware and Cookware*

Background: Contamination of cutlery and cookware by microorganisms has the potential to cause foodborne illnesses. The continuous use of chemical disinfectants can also lead to residues and environmental impacts. Orange peel and pineapple peel waste contain bioactive compounds that have the potential to be utilised as a natural disinfectant in the form of Citrunas spray. This study aims to determine the optimal formulation of Citrunas, based on a combination of orange peel and pineapple peel extracts, for controlling the number of microorganism colonies on cutlery and cookware.

Methods: This study was a laboratory experiment conducted at the Laboratory of Muhammadiyah Ahmad Dahlan University, Palembang, from 15 December 2025 to 30 January 2026. The samples consisted of plates, spoons, glasses, saucapans, frying pans and spatulas, with three replicates, comprising 18 control samples and 108 treatment samples ($n=126$). Orange peel and pineapple peel extracts were obtained through maceration using methanol and ethanol at concentrations of 30%, 40% and 50%, and were subsequently formulated into Citrunas spray. The independent variables were the formulations based on solvent type and concentration, whilst the dependent variable was the number of microbial colonies measured by Total Plate Count (TPC) using the swab technique. The data were analysed descriptively and using the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests.

Results: There was a significant difference in the number of microbial colonies between the Citrunas formulations ($p<0.05$). Formulation F2 (40% methanol) showed the highest efficacy with the lowest mean rank of 22.00.

Conclusion: A combination of orange peel and pineapple peel extracts can be formulated into a Citrunas spray that has the potential to serve as an alternative disinfectant to support the hygiene and sanitation of cutlery and cookware. Formula F2 (40% methanol) was the most effective formula based on the Kruskal-Wallis test and differed significantly from F5 (40% ethanol) in the Mann-Whitney test ($p<0.05$).

Keywords: Natural disinfectant; Orange peel; Pineapple peel; Tableware; Cookware

PENDAHULUAN

Makanan berisiko menjadi tempat berkembangnya mikroorganisme patogen apabila higiene dan sanitasi tidak memenuhi standar.¹ Pengawasan faktor risiko pangan diperlukan untuk mencegah kontaminasi dan penyakit bawaan makanan.² Kajian BPOM tahun 2021–2023 mencatat 6.402 kasus keracunan, dengan 1.110 kasus disebabkan oleh pencemaran makanan.³ Mikroorganisme patogen dapat mencemari permukaan alat makan dan alat masak sehingga berpotensi menyebabkan penyakit bawaan makanan.⁴ Permenkes RI No. 14 Tahun 2021 menetapkan batas maksimum kuman pada peralatan makan $<1,1$ CFU/cm². Oleh karena itu, pengendalian mikroorganisme melalui pencucian dan penggunaan disinfektan merupakan bagian penting dari teknik penyehatan peralatan makanan dan minuman.^{5,6}

Disinfektan diperlukan untuk menjaga kebersihan alat makan dan alat masak.^{7,8} Namun, penggunaan disinfektan sintetis secara berulang berpotensi menimbulkan dampak terhadap kesehatan dan lingkungan, seperti iritasi, gangguan pernapasan, reaksi alergi, pencemaran air dan tanah, serta resistensi mikroorganisme terhadap agen antimikroba.^{9,10,11} Biaya produksi yang relatif tinggi juga dapat membatasi keterjangkauan disinfektan komersial di negara berkembang.¹² Kondisi tersebut menunjukkan urgensi pengembangan metode penyehatan alat makan dan alat masak yang efektif dalam menurunkan kontaminasi mikroorganisme dengan memanfaatkan bahan alami yang lebih ramah lingkungan dan tersedia secara lokal.

Kulit jeruk dan nanas merupakan limbah organik yang berlimpah dan berpotensi menjadi sumber senyawa bioaktif.^{13,14} Produksi nanas nasional tahun 2022 mencapai 2,89 juta ton dengan asumsi 30% berupa kulit, sedangkan limbah kulit jeruk dan nanas di Sumatera Selatan diperkirakan mencapai 170.922 ton per tahun, limbah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal.^{15,16} Kulit nanas mengandung bromelain dan flavonoid yang berpotensi sebagai antibakteri,^{17,18,19} sedangkan kulit jeruk mengandung senyawa bioaktif dengan aktivitas antibakteri.^{20,21} Ekstrak kulit nanas juga menunjukkan aktivitas terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.^{22,23} Temuan tersebut memberikan dasar ilmiah bahwa kulit jeruk dan kulit nanas berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber bahan aktif untuk pengembangan produk sanitasi.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa limbah kulit jeruk dan kulit nanas dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan antimikroba dan dikembangkan menjadi produk sanitasi melalui pendekatan *eco-enzyme* maupun *hand sanitizer*.^{24,25} Penelitian lain juga melaporkan bahwa *eco-enzyme* yang dibuat dari limbah kulit jeruk dan nanas dapat diformulasikan sebagai disinfektan dan mampu menurunkan pertumbuhan bakteri, sehingga menunjukkan potensi kedua limbah tersebut sebagai bahan dasar produk sanitasi.²⁶ Namun, penelitian tersebut menggunakan pendekatan *eco-enzyme*, sedangkan penelitian Citrunas menggunakan ekstraksi langsung kulit jeruk dan kulit nanas dengan pelarut metanol dan etanol, kemudian memformulasikannya sebagai disinfektan spray untuk aplikasi langsung pada alat makan dan alat masak. Penelitian mengenai kombinasi kedua ekstrak tersebut dengan variasi jenis pelarut dan konsentrasi serta evaluasi efektivitas berdasarkan penurunan jumlah koloni mikroorganisme pada permukaan peralatan masih terbatas. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengujian aktivitas ekstrak secara terpisah atau pengembangan bahan antimikroba dari kulit

nanas, termasuk sintesis nanopartikel selenium (SeNPs).^{27,28} Selain itu, efektivitas kombinasi ekstrak berdasarkan variasi jenis pelarut dan konsentrasi terhadap penurunan jumlah koloni mikroorganisme pada peralatan makanan dan minuman belum banyak dilaporkan. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan Citrunas sebagai disinfektan spray berbasis kombinasi ekstrak kulit jeruk dan kulit nanas yang diaplikasikan langsung pada alat makan dan alat masak serta dievaluasi berdasarkan jumlah koloni mikroorganisme setelah aplikasi pada permukaan peralatan. Pendekatan ini mengarahkan pemanfaatan limbah buah dari produk sanitasi pribadi menuju aplikasi pada teknik penyehatan peralatan makanan dan minuman. Pemanfaatan limbah tersebut juga mendukung ekonomi sirkular melalui pengubahan limbah menjadi produk bernilai guna dan sejalan dengan SDG 3, SDG 6, dan SDG 12 serta prioritas nasional bidang kesehatan dan lingkungan hidup.²⁹

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi optimal Citrunas berbasis kombinasi ekstrak kulit jeruk dan kulit nanas dalam mengendalikan jumlah koloni mikroorganisme pada alat makan dan alat masak

MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak kulit jeruk dan kulit nanas sebagai bahan desinfektan alami dalam mengendalikan jumlah mikroorganisme pada alat makan dan alat masak. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Ahmad Dahlan Palembang. Sampel penelitian terdiri dari alat makan (piring, sendok, gelas) dan alat masak (panci, wajan, sutil). Setiap perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan, sehingga total sampel penelitian berjumlah 126 sampel, yang terdiri dari 18 kontrol, 54 perlakuan ekstrak metanol (30%, 40%, 50%), dan 54 perlakuan ekstrak etanol (30%, 40%, 50%). Proses penelitian ini meliputi:

a. Proses Ekstraksi

Bahan aktif utama Citrunas berasal dari limbah kulit jeruk dan kulit nanas yang diekstraksi secara terpisah menggunakan metode maserasi. Sebelum proses ekstraksi, kulit jeruk dan kulit nanas dicuci, dikeringkan, dan dihaluskan. Ekstraksi dilakukan menggunakan dua jenis pelarut, yaitu etanol dan metanol, dengan tiga variasi konsentrasi bahan, yaitu 30%, 40%, dan 50%. Pada konsentrasi 30%, ekstraksi dilakukan menggunakan 30 gram serbuk kulit jeruk dalam 100 mL pelarut dan 30 gram serbuk kulit nanas dalam 100 mL pelarut. Pada konsentrasi 40%, digunakan 40 gram serbuk masing-masing bahan dalam 100 mL pelarut. Pada konsentrasi 50%, digunakan 50 gram serbuk masing-masing bahan dalam 100 mL pelarut. Proses ini dilakukan terpisah untuk masing-masing pelarut etanol dan metanol. Campuran bahan dan pelarut didiamkan selama 3 hari agar senyawa aktif larut dalam pelarut. Selanjutnya larutan disaring untuk memperoleh ekstrak yang akan digunakan dalam formulasi desinfektan (Spray Citrunas).

b. Penentuan Formulasi Desinfektan Alami

Ekstrak kulit jeruk dan kulit nanas yang diperoleh selanjutnya diformulasikan menjadi spray desinfektan Citrunas dengan cara mencampurkan ekstrak kedua bahan dalam proporsi yang sama (1:1). Formulasi spray dibuat dalam tiga konsentrasi. Formulasi 30% terdiri dari 30 mL ekstrak kulit jeruk, 30 mL ekstrak kulit nanas, dan 70 mL aquades. Formulasi 40% terdiri dari 40 mL ekstrak kulit jeruk, 40 mL ekstrak kulit nanas, dan 60 mL aquades. Formulasi 50% terdiri dari 50 mL ekstrak kulit jeruk, 50 mL ekstrak kulit nanas, dan 50 mL aquades. Seluruh formulasi Citrunas kemudian diaplikasikan pada alat makan dan alat masak untuk menguji efektivitasnya dalam menurunkan jumlah mikroorganisme melalui pengujian Total Plate Count (TPC). Setiap formulasi dimasukkan ke dalam botol semprot untuk memudahkan aplikasi pada permukaan alat makan dan alat masak. Kelompok kontrol tanpa ekstrak digunakan sebagai pembanding.

c. Uji Mikrobiologi Metode *Total Plate Count* (TPC)

Pengujian mikrobiologi dilakukan dengan metode *Total Plate Count* (TPC) untuk mengetahui jumlah koloni mikroorganisme pada permukaan alat makan dan alat masak. Sampel alat disemprot dengan formulasi desinfektan sesuai perlakuan, kemudian dilakukan usap permukaan (*swab*) untuk mengambil sampel mikroba. Sampel hasil usapan dimasukkan ke dalam larutan pengencer dan dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^{-8} . Suspensi kemudian diinokulasikan pada media Nutrient Agar dan diinkubasi pada suhu sekitar 30°C selama 24 jam. Setelah inkubasi, koloni yang tumbuh dihitung sebagai nilai Total Plate Count (TPC).

Data hasil pengujian jumlah koloni mikroorganisme dianalisis secara statistik untuk mengetahui perbedaan efektivitas perlakuan ekstrak kulit jeruk dan kulit nanas dalam mengendalikan jumlah mikroorganisme pada alat makan dan alat masak. Data dianalisis menggunakan uji nonparametrik *Kruskal-Wallis* karena tidak memenuhi asumsi normalitas, dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 dibawah ini menunjukkan hasil analisis deskriptif jumlah koloni mikroorganisme pada alat makan dan alat masak setelah aplikasi Citrunas. Seluruh formula Citrunas menggunakan kombinasi ekstrak kulit jeruk dan kulit nanas dengan rasio 1:1 sebagai bahan aktif utama. Variasi formula dibedakan berdasarkan jenis pelarut ekstraksi (metanol dan etanol) serta konsentrasi formulasi (30%, 40%, dan 50%).

Tabel 1. Hasil Analisis Deskriptif Jumlah Koloni Mikroorganisme pada Alat Makan dan Alat Masak setelah Aplikasi Citrunas

Formula Citrunas	Komposisi Bahan Aktif	Pelarut	Konsentrasi	Alat Makan (Rata-rata)	Alat Masak (Rata-rata)
Kontrol	Tanpa Citrunas	-	-	286,3	136,7
F1	Kulit jeruk + kulit nanas	Metanol	30%	74,3	143,7
F2	Kulit jeruk + kulit nanas	Metanol	40%	78,0	144,0
F3	Kulit jeruk + kulit nanas	Metanol	50%	368,7	504,7
F4	Kulit jeruk + kulit nanas	Etanol	30%	95,3	302,0
F5	Kulit jeruk + kulit nanas	Etanol	40%	88,7	518,7
F6	Kulit jeruk + kulit nanas	Etanol	50%	197,0	308,7

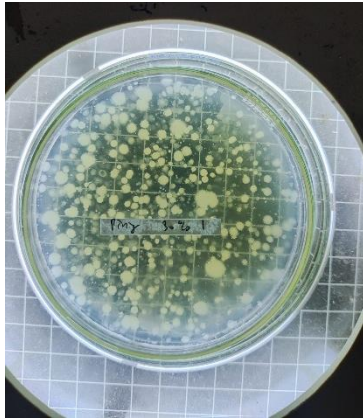
Sumber: Data Primer

Hasil penelitian sebagaimana pada tabel 1 diatas menunjukkan bahwa formula Citrunas berbasis kombinasi ekstrak kulit jeruk dan kulit nanas memberikan respons yang berbeda-beda terhadap jumlah koloni mikroorganisme, dengan formula metanol 40% (F2) menunjukkan efektivitas paling tinggi. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa ekstrak etanol kulit nanas memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* serta dapat diformulasikan sebagai *hand sanitizer*.²⁰ Peningkatan konsentrasi ekstrak kulit nanas pada penelitian tersebut juga diikuti peningkatan kemampuan penghambatan bakteri, yang menunjukkan bahwa kandungan senyawa bioaktif dalam ekstrak berperan terhadap aktivitas antibakteri. Penelitian lain terhadap ekstrak kulit nanas juga menunjukkan adanya senyawa flavonoid, tanin, dan saponin yang berpotensi memberikan aktivitas antibakteri. Pada kelompok alat makan, rata-rata jumlah koloni mikroorganisme pada kontrol sebesar 286,3 CFU/cm². Setelah aplikasi Citrunas, jumlah koloni berkisar antara 74,3–368,7 CFU/cm². Nilai terendah diperoleh pada formula F1 (metanol 30%) sebesar 74,3 CFU/cm², sedangkan nilai tertinggi ditemukan pada formula F3 (metanol 50%) sebesar 368,7 CFU/cm². Pada kelompok alat masak, rata-rata jumlah koloni mikroorganisme pada kontrol sebesar 136,7 CFU/cm². Setelah aplikasi Citrunas, jumlah koloni berkisar antara 143,7–518,7 CFU/cm². Nilai terendah pada perlakuan Citrunas diperoleh pada formula F1 (metanol 30%) sebesar 143,7 CFU/cm², sedangkan nilai tertinggi ditemukan pada formula F5 (etanol 40%) sebesar 518,7 CFU/cm².

Secara umum, formula Citrunas dengan konsentrasi 30% dan 40% menunjukkan efektivitas yang lebih baik dibandingkan konsentrasi 50%, terutama pada alat makan. Formula berbasis pelarut metanol, khususnya F1 (30%), menunjukkan performa paling optimal dalam menurunkan jumlah koloni mikroorganisme. Temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas Citrunas dipengaruhi oleh jenis pelarut ekstraksi dan konsentrasi formulasi yang digunakan. Gambar berikut ini adalah spray citrunas dan perbedaan jumlah koloni mikroorganisme (TPC) antar perlakuan, yang menunjukkan bahwa perlakuan metanol 40% memiliki efektivitas paling tinggi dalam menurunkan jumlah mikroorganisme.



Gambar 1. Sediaan Spray Citrunas dengan Variasi Pelarut Metanol dan Etanol pada Berbagai Konsentrasi



Gambar 2. Pertumbuhan Koloni Mikroorganisme (TPC) pada perlakuan ekstrak metanol 30%



Gambar 3. Pertumbuhan Koloni Mikroorganisme (TPC) pada perlakuan ekstrak Etanol 30%

Gambar 1 menunjukkan sediaan spray Citrus dengan variasi pelarut metanol dan etanol pada beberapa konsentrasi, yang secara visual memiliki warna kekuningan dengan kejernihan yang relatif seragam. Hal ini mengindikasikan bahwa proses ekstraksi menghasilkan larutan yang homogen dan layak digunakan sebagai bahan uji. Gambar 2 memperlihatkan pertumbuhan koloni mikroorganisme pada perlakuan metanol 30%, yang masih menunjukkan jumlah koloni cukup banyak dan tersebar merata pada media. Kondisi ini menunjukkan bahwa efektivitas antibakteri pada konsentrasi tersebut belum optimal dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme. Gambar 3 menunjukkan pertumbuhan koloni mikroorganisme pada perlakuan etanol 30%, yang juga masih memperlihatkan jumlah koloni relatif tinggi. Secara visual, perbedaan dengan perlakuan metanol tidak terlalu signifikan, sehingga menunjukkan bahwa pada konsentrasi 30% kedua pelarut belum memberikan efek penghambatan yang maksimal.

Tabel 2. Hasil Uji Kruskal Wallis

	Perlakuan	N	Mean Rank	p-value
Total Plate Count (TPC)	Kontrol	18	83,47	0,000
	Metanol 30%	18	71,89	
	Metanol 40%	18	22,00	
	Metanol 50%	18	51,14	
	Etanol 30%	18	81,75	
	Etanol 40%	18	67,72	
	Etanol 50%	18	66,53	

Hasil penelitian ini memperluas temuan tersebut karena efektivitas antimikroba tidak hanya diamati melalui zona hambat pada bakteri uji, tetapi juga melalui jumlah koloni mikroorganisme pada permukaan alat makan dan alat masak setelah aplikasi Citrus. Perbedaan efektivitas antarformula juga menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi pelarut dalam proses ekstraksi dapat memengaruhi hasil akhir formulasi. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pemilihan pelarut berpengaruh terhadap kemampuan ekstraksi senyawa bioaktif kulit nanas. Pada penelitian ekstrak kulit nanas dengan pelarut n-heksana, misalnya, aktivitas terhadap *Staphylococcus aureus* tidak menunjukkan zona hambat, yang diduga berkaitan dengan kemampuan pelarut dalam menarik senyawa antibakteri.¹¹

Berdasarkan Tabel 2, hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan adanya perbedaan jumlah koloni mikroorganisme antarperlakuan ($p=0,000$). F2 (metanol 40%) memiliki nilai mean rank terendah, yaitu 22,00, dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai mean rank yang lebih rendah menunjukkan jumlah koloni mikroorganisme yang relatif lebih rendah dibandingkan kelompok dengan mean rank yang lebih tinggi. Hasil ini mengindikasikan bahwa pemberian ekstrak dengan berbagai jenis pelarut dan konsentrasi memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Hasil analisis menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,000 ($p < 0,05$), artinya terdapat perbedaan yang signifikan jumlah koloni mikroorganisme (TPC) antar kelompok perlakuan. Berdasarkan nilai *mean rank*, kelompok kontrol memiliki nilai sebesar 83,47, sedangkan perlakuan etanol 30% memiliki nilai yang relatif tinggi yaitu 81,75.

Tabel 3. Hasil Uji *Mann-Whitney* antar Formula Citrunas Berdasarkan Jenis Pelarut pada Setiap Konsentrasi

Konsentrasi	Formula Citrunas	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	Z	p-value	Keterangan
30%	F1 (Metanol)	18	15,83	114,000	-1,519	0,129	Tidak ada perbedaan
	F4 (Etanol)	18	21,17				
40%	F2 (Metanol)	18	12,00	45,000	-4,305	0,000	Ada perbedaan
	F5 (Etanol)	18	25,00				
50%	F3 (Metanol)	18	16,81	131,500	-1,045	0,296	Tidak ada perbedaan
	F6 (Etanol)	18	20,19				

Berdasarkan Tabel 3, hasil uji *Mann-Whitney* menunjukkan bahwa pada konsentrasi 30% tidak terdapat perbedaan signifikan antara formula Citrunas F1 (metanol) dan F4 (etanol) dengan nilai $p=0,129$ ($p>0,05$). Meskipun demikian, formula F1 memiliki nilai mean rank lebih rendah (15,83) dibandingkan F4 (21,17), yang menunjukkan kecenderungan jumlah koloni mikroorganisme yang lebih rendah pada perlakuan F1. Pada konsentrasi 40%, terdapat perbedaan signifikan antara formula Citrunas F2 (metanol) dan F5 (etanol) dengan nilai $p=0,000$ ($p<0,05$). Formula F2 menunjukkan nilai mean rank terendah sebesar 12,00 dibandingkan F5 sebesar 25,00, yang mengindikasikan bahwa formula Citrunas berbasis metanol 40% memiliki efektivitas terbaik dalam menurunkan jumlah koloni mikroorganisme. Sementara itu, pada konsentrasi 50% tidak ditemukan perbedaan signifikan antara formula Citrunas F3 (metanol) dan F6 (etanol) dengan nilai $p=0,296$ ($p>0,05$). Nilai mean rank F3 sebesar 16,81 dan F6 sebesar 20,19 menunjukkan bahwa kedua formula memiliki efektivitas yang relatif serupa. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa pengaruh jenis pelarut terhadap efektivitas Citrunas paling optimal pada konsentrasi 40%. Secara deskriptif, dari ketiga data yang disajikan pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 formula F1 (metanol 30%) menunjukkan rata-rata jumlah koloni terendah pada beberapa parameter pengamatan. Berdasarkan analisis inferensial, F2 (metanol 40%) menunjukkan nilai mean rank terendah pada uji Kruskal-Wallis sebesar 22,00 dan berbeda signifikan dengan F5 (etanol 40%) pada uji *Mann-Whitney* ($p<0,05$), sehingga F2 dipilih sebagai formula optimal berdasarkan hasil analisis statistik. Temuan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa limbah kulit jeruk dan kulit nanas berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan antimikroba.³⁰ Penelitian lain juga melaporkan bahwa *eco-enzyme* berbahan limbah kulit jeruk dan kulit nanas dapat diformulasikan menjadi *multipurpose sanitizer* dan menunjukkan aktivitas antimikroba, dengan konsentrasi 12,5% sebagai konsentrasi efektif pada formulasi yang diuji³¹. Penelitian sejenis juga menunjukkan bahwa *eco-enzyme* dari limbah kulit jeruk dan kulit nanas dapat digunakan sebagai bahan disinfektan dan mampu menurunkan pertumbuhan bakteri. Temuan tersebut memperkuat potensi kedua jenis limbah buah sebagai bahan baku produk sanitasi.²⁶

Aktivitas antibakteri Citrunas tidak hanya dipengaruhi oleh jenis pelarut, tetapi juga oleh sinergi senyawa bioaktif dari kombinasi kulit jeruk dan kulit nanas. Kulit jeruk mengandung flavonoid, limonoid, dan asam sitrat yang berperan sebagai antibakteri melalui gangguan permeabilitas membran dan penghambatan metabolisme bakteri. Di sisi lain, kulit nanas mengandung bromelain, enzim proteolitik yang mampu menghidrolisis protein penyusun dinding sel bakteri, sehingga mempercepat kerusakan struktur mikroba. Kombinasi kedua ekstrak ini menghasilkan mekanisme antibakteri yang saling melengkapi, di mana flavonoid berperan sebagai inhibitor pertumbuhan bakteri dan bromelain memperkuat kerusakan struktural sel mikroorganisme. Mekanisme sinergis ini mendukung potensi Citrunas sebagai inovasi disinfektan alami berbasis limbah organik yang efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan.^{22,32} Senyawa-senyawa tersebut bekerja dengan merusak membran sel bakteri, mengganggu permeabilitas membran, serta menghambat aktivitas enzim mikroba. Efektivitas ekstraksi sangat dipengaruhi oleh polaritas pelarut, di mana metanol sebagai pelarut polar cenderung lebih optimal dalam melarutkan senyawa fenolik dibandingkan etanol pada kondisi tertentu.

Secara deskriptif, perlakuan metanol cenderung menghasilkan jumlah koloni yang lebih rendah dibandingkan etanol pada konsentrasi yang sama. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pelarut polar seperti metanol memiliki kemampuan lebih tinggi dalam mengekstraksi senyawa fenolik yang bersifat antibakteri. Senyawa fenolik bekerja dengan cara merusak struktur membran sel bakteri, menyebabkan kebocoran isi sel, serta menghambat aktivitas enzim penting dalam metabolisme mikroorganisme.³³ Hasil uji lanjut *Mann-Whitney* menunjukkan bahwa hanya pada konsentrasi 40% terdapat perbedaan signifikan antara metanol dan etanol ($p < 0,05$). Temuan ini mengindikasikan bahwa efektivitas ekstraksi tidak hanya ditentukan oleh jenis pelarut, tetapi juga oleh keseimbangan komposisi pelarut (polaritas). Efisiensi ekstraksi sangat dipengaruhi oleh kesesuaian polaritas pelarut dengan senyawa target. Metanol 40% merupakan campuran metanol dan air yang menghasilkan polaritas menengah, sehingga mampu melarutkan senyawa aktif baik yang bersifat polar maupun semi-polar secara optimal. Kondisi ini memungkinkan ekstraksi senyawa antibakteri berlangsung lebih maksimal dibandingkan konsentrasi lainnya.³⁴

Sebaliknya, pada konsentrasi 30%, kandungan metanol relatif lebih rendah sehingga menjadi kurang optimal. Hal ini menyebabkan jumlah senyawa antibakteri yang terekstrak lebih sedikit, sehingga efek penghambatan terhadap mikroorganisme juga lebih rendah. Temuan ini didukung oleh penelitian sejenis yang

menyatakan bahwa pelarut dengan polaritas terlalu tinggi (banyak air) dapat menurunkan efisiensi ekstraksi senyawa fenolik tertentu.³⁵ Sementara itu, pada konsentrasi 50%, meskipun kandungan metanol lebih tinggi, efektivitas justru tidak meningkat secara signifikan. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, pelarut yang terlalu kuat dapat mengekstraksi senyawa non-target seperti klorofil, lipid, atau senyawa pengotor lain yang dapat menghambat aktivitas antibakteri. Kedua, konsentrasi pelarut yang tinggi juga berpotensi menyebabkan degradasi atau ketidakstabilan senyawa aktif selama proses ekstraksi. Ketiga, kemungkinan adanya efek antagonis antar senyawa yang ikut terekstrak sehingga menurunkan efektivitas antibakteri secara keseluruhan.¹¹

Secara mekanisme kerja, senyawa aktif seperti flavonoid dan fenol memiliki kemampuan untuk mengganggu integritas membran sel bakteri, mengendapkan protein, serta menghambat sintesis asam nukleat. Efektivitas maksimum pada metanol 40% menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut mampu menghasilkan komposisi senyawa aktif yang paling optimal dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Jika dibandingkan dengan etanol, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa etanol tidak memberikan perbedaan signifikan pada sebagian besar konsentrasi. Hal ini dapat dijelaskan karena etanol memiliki polaritas yang lebih rendah dibandingkan metanol, sehingga kemampuannya dalam mengekstraksi senyawa fenolik tertentu menjadi lebih terbatas. Namun demikian, etanol tetap memiliki keunggulan dari segi keamanan dan lebih umum digunakan dalam aplikasi pangan dan kesehatan.³⁶

Penurunan jumlah koloni mikroorganisme setelah aplikasi Citrunas memiliki implikasi terhadap kesehatan karena alat makan dan alat masak yang terkontaminasi dapat menjadi media perpindahan mikroorganisme ke pangan. Alat makan dan alat masak merupakan media yang berpotensi menjadi sumber kontaminasi silang (cross contamination) apabila tidak dibersihkan dan didesinfeksi dengan baik. Mikroorganisme yang tersisa pada permukaan alat dapat berpindah ke makanan dan berpotensi menyebabkan penyakit bawaan makanan (*foodborne diseases*).^{37, 38}

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, Citrunas yang diformulasikan dari kombinasi ekstrak limbah kulit jeruk dan kulit nanas menunjukkan efektivitas dalam mengendalikan jumlah koloni mikroorganisme pada alat makan dan alat masak. Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa formula Citrunas terbaik pada alat makan diperoleh pada F1 (metanol 30%) dengan rata-rata jumlah koloni mikroorganisme sebesar 74,3 CFU/cm², sedangkan pada alat masak diperoleh nilai terendah sebesar 143,7 CFU/cm² pada formula yang sama. Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antar formula Citrunas ($p=0,000$). Uji lanjut Mann-Whitney menunjukkan bahwa perbedaan signifikan ditemukan pada konsentrasi 40%, dengan formula F2 (metanol 40%) memiliki efektivitas terbaik dibandingkan F5 (etanol 40%), ditunjukkan oleh nilai mean rank terendah sebesar 12,00 ($p=0,000$). Secara keseluruhan, formula Citrunas berbasis ekstrak kulit jeruk dan kulit nanas dengan pelarut metanol, khususnya pada konsentrasi 30% dan 40%, menunjukkan efektivitas paling optimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Handayani H, Haryanti S, Amri C. Efektivitas penggunaan ekstrak kulit nanas madu sebagai disinfektan spray terhadap penurunan angka kuman meja makan. *J Kesehat Mandiri*. 2024;2(2):19-30. <https://doi.org/10.33761/jklm.v2i2.1498>
2. Herawati C. Inspeksi Pangan Berbasis Risiko Dalam Rangka Pencegahan Penyakit Bersumber Pangan. *J Dimasejati*. 2022;4(2):155-73. <https://doi.org/10.70095/dimasejati.v4i2.12035>
3. Wijayanti Eka. Analisis Tren dan Faktor Risiko Keracunan Pangan di Indonesia Tahun 2022-2024. *J Ilm Nurs*. 2026;3(3):206-16.
4. Akita A, Gunawan R. Kontaminan Pangan (Mikroba , Kimia , Fisik) dan Risiko Kesehatan di. 2025;(September).
5. Kemenkes RI. Peraturan Pemerintah No 66 tentang Kesehatan Lingkungan. 2014.
6. Chalizhah I, Azizah N. Faktor Personal Hygiene Penjamah dan Kondisi Sanitasi TPM Terhadap Kualitas Bakteriologis Makanan Jajanan di Kuliner Pasar Cidu Kota Makassar. *J Sololipu, Media Komun Civ Akad dan Masy*. 2024;24(2):378-91. <https://doi.org/10.32382/sulo.v24i2.952>
7. Realista H, Solle L, Nitsae M, Titin S, Nge M, Christian A, et al. Pelatihan Pembuatan Cairan Desinfektan sebagai Upaya Pencegahan Penyebaran Covid-19 di Jemaat Horeb. *J Pasopati 'Pengabdian Masy dan Inov Pengemb Teknol*. 2023;5(4):183-7.
8. Suryandari N. HS. Pembuatan Cairan Desinfektan dan Bilik Desinfektan sebagai Upaya Pencegahan Virus COVID-19 di Mlajah Bangkalan Madura. *J Abdimas*. 2020;1(5):345-51. <https://doi.org/10.31004/abdidas.v1i5.70>
9. Zulfikri, Ahmad YKA. Dampak Cairan Disinfektan terhadap Kulit Tim Penyemprot Gugus Tugas Covid-19 Kota Binjai. *J Menara Med*. 2020;3(1):7-14.

10. Deza Oktasila, Nurhamidah DH. Uji Aktivitas Antibakteri Daun Jeruk Kalamansi (*Citrofortunella microcarpa*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *J Pendidik dan Ilmu Kim.* 2019;3(2):158-69. <https://doi.org/10.33369/atp.v3i2.10122>
11. Dewi LK, Sarosa AH, Wahyu C, Hayati N, Parasu R, Amalia E. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Daya Antibakteri Hasil Ekstraksi Daun Sirih Hijau (*Piper Betle* L.) pada Aktivitas *Staphylococcus Epidermidis*. *J Innov Appl Technol.* 2021;7(1):1161-5. <https://doi.org/10.21776/ub.jiat.2021.007.01.6>
12. Fitria Setia Rahman, Rully Trihantana ES. Pelaksanaan Kesehatan Lingkungan dan Pengenalan Manajemen Bisnis Syariah di Desa Sukamaju, Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor. *Sahid Empower J.* 2021;1(1):107-13. <https://doi.org/10.56406/sahidempowermentjournal.v1i01.25>
13. Irmawan M, Pramudita D, Nababan J, Imelya M, Ratna M. Pemanfaatan Ekoenzim dari Limbah Kulit Nanas dan Jeruk sebagai Disinfektan Alami. *J Bioshell.* 2025;14(2):228-35. <https://doi.org/10.56013/bio.v14i2.4612>
14. Putri MV, Kurniawati D, Dwipa R, Away Y, Padang UN. Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Nanas dan Jeruk untuk Produksi Eco Enzyme: Uji Fosfor, Kalium, Ph, dan TDS. *Jurnal Pendidik dan Sains.* 2025;5(6):2657-65. <https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i6.7562>
15. Agus Setyo Wibowo. dkk. Statistik Hortikultura 2023. Sulistina, editor. Jakarta: Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan; 2024.
16. Yunita. V. Siagian. Outlook Nanas. Anna Astrid S, editor. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian; 2024.
17. Denis R, Femi A. Efektivitas Limbah Bonggol Nanas (*Ananas comosus*) sebagai Bahan Antibakteri. *J Penelit Pengelolaan Sumberd Alam dan Lingkung.* 2025;14(2):195-9.
18. Nazhifah, Ayustin L FN. Inovasi Pengolahan dan Pengembangan Limbah Kulit Nanas. *J Educ Res.* 2025;6(3):531-8. <https://doi.org/10.37985/jer.v6i3.1658>
19. Animesh LM, Sengar S, Neog R. Pineapple processing waste (PPW): bioactive compounds , their extraction, and utilisation : a review. *J Food Sci Technol.* 2022;59(11):4152-64. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05271-6>
20. Nuryandani E. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanolik Daun Jeruk (*Citrus nobilis* , *Citrus sinensis* , dan *Citrus maxima*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* Program Studi Biologi , Universitas Terbuka Antibacterial Activity of Citrus Leaf. *J Manilkara.* 2022;01(1):19-25. <https://doi.org/10.33830/manilkara.v1i1.3168.2022>
21. Suprayogi D, Asra R, Mahdalia R, Biologi PS, Sains F, Jambi U. Analisis Produk Eco Enzyme dari Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus* L .) dan Jeruk Berastagi (*Citrus X sinensis* L .). *J Redoks.* 2022;7(1):19-27. <https://doi.org/10.31851/redoks.v7i1.8414>
22. Sitepu N, Rahman AO, Puspasari A. (Ananas Comosus) N-Heksana Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* ATCC 25923. *JOMS.* 2022;2(1):59-67. <https://doi.org/10.22437/joms.v2i1.18093>
23. Rinihapsari E, Kristiyanto M, Rizindra N. Uji Aktivitas Antibakteri Ekoenzim Kulit Nanas dengan Variasi Waktu Inkubasi. *J Anal Kesehat Klin Sains.* 2025;13(2):516-27. https://doi.org/10.36341/klinikal_sains.v13i2.6952
24. Rinela A, Rini S, Wijayati N. Hand Sanitizer Ekstrak Kulit Nanas Sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Indones J Chem Sci.* 2017;6(1):62-6.
25. Maulida R, Rahmawati I, Aisyah S. Potensi Antibakteri Sediaan Sabun Cair Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas comosus* L . Merr .) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *J Farm dan Sains Indones.* 2021;4(2):1-11. <https://doi.org/10.52216/jfsi.vol4no2p1-11>
26. Syakdani A, Zaman M, Sari FF, Nasyta NP, Amalia R. Production of Disinfectant by Utilizing Eco-enzyme from Fruit Peels Waste. *Int J Res Vocat Study.* 2021;1(3):1-7. <https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v1i3.53>
27. Soliman MKY, Salem SS. Uncovering the potential of biofabricated *Ananas comosus* peel selenium nanoparticles for antibacterial , antibiofilm , suppression of virulence genes (*can* and *LuxS*), anticancer , and antioxidant properties. *BMD Biotechnol.* 2025;25-51. <https://doi.org/10.1186/s12896-025-00999-x>
28. Aisyah Mursidah, Supriatno Salam RA. Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences. In: Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences. 2023. p. 1-6.
29. Sumarsono J. Edukasi dan Sosialisasi Pemanfaatan Limbah Pertanian untuk Mendukung Ekonomi Hijau di Desa Pakuan, Lombok Barat. *J Bhaktimas.* 2025;3(1):33-43. <https://doi.org/10.70429/bhaktimas.v3i1.189>
30. Handayani D, Bengkulu U. Aktivitas Antibakteri Kulit Buah Jeruk Kalamansi (*Citrofortunella Microcarpa*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* 1,2,3. 2021;5(1):92-105. <https://doi.org/10.33369/atp.v5i1.16493>

31. Imelda, Satriawan. dkk. Formulasi Bahan Aktif Antimikroba Alami dari Larutan Eco Enzyme Limbah Kulit Buah dalam Pembuatan. In: Prosiding Seminar Nasional Jilid I. Palangkaraya: Universitas PGRI Palangkaraya; 2022. p. 106-13. <https://doi.org/10.54683/puppr.v1i0.14>
32. Ferdinandus, Moniharapon Trijunianto SB. Pengaruh Jenis Pelarut dan Konsentrasi Ekstrak Caulerpa Racemosa terhadap Bakteri Penyebab Jerawat. JPHPI. 2025;28(12):1058-71. <https://doi.org/10.17844/4e4pgv46>
33. Kevin K. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Ekstrak Metanol Biji Kakao (Theobroma Cacao) terhadap Aktivitas Antibakteri Pada Bakteri Propionibacterium Acnes dan Staphylococcus Epidermidis secara In Vitro. Jakarta;
34. Yulianti W, Ayuningtiyas. dkk. Pengaruh Metode Ekstraksi dan Polaritas Pelarut terhadap Kadar Fenolik Total Daun Kersen (Muntingia Calabura L). J Sains Terap. 2020;10(2):41-9. <https://doi.org/10.29244/jstsv.10.2.41-49>
35. Frisca IZ, Lindawati NY, Murtisiwi L, Mikrobiologi L, Telang B. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Telang (Clitoria ternatea L .) Terhadap Bakteri Escherichia coli ESBL Antibacterial Activity Of Ethanolic Extract Of Butterfly Pea Flower (Clitoria ternatea L .) Against Escherichia coli. Sukoharjo;
36. Cushnie TPT, Lamb AJ. Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ' s public news and information. Int J Antimicrob Agents. 2020;26(January):343-356.
37. Nurpratama WL, Asmi NF, Puspasari K, Gizi SS, Kesehatan FI, Suherman UM, et al. Higiene dan Sanitasi Makanan pada Pedagang Makanan sebagai Upaya Mencegah Foodborne Disease di Pasar Cikarang Kabupaten Bekasi. J Kesehat Masy An-Nadaa. 2023;10(1):1-8. <https://doi.org/10.31602/ann.v10i1.9677>
38. Diyanah KC, Nirmalasari N, Azizah R, Sukma A. Faktor Personal Hygiene dengan Keberadaan Escherichia Coli pada Makanan di Jasaboga. PREPOTIF J Kesehat Masy. 2021;5(2):673-80. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v5i2.1830>