

Perbandingan Antibakteri Ekstrak Maserasi dan Digesti Kulit Jeruk Siam Kintamani terhadap *Escherichia coli*

Comparison of Antibacterial Activity of Maceration and Digestion Extracts of Kintamani Siam Orange Peel against Escherichia coli

Putu Ika Indah Indraswari^{1*}, I Made Asih Widnyana Putra¹, Ida Bagus Putra Mahardika¹

¹ Program Studi D3 Farmasi, Fakultas Kesehatan, Institut Teknologi dan Kesehatan Bintang Persada, Indonesia

*email korespondensi: ikaindraswari@gmail.com

Info Artikel

Diterima:

5 Juli 2026

Direvisi:

5 Oktober 2026

Disetujui:

5 Oktober 2026

Dipublikasikan:

25 Oktober 2026

Kata kunci:

Kulit Jeruk, maserasi, digesti, antibakteri, *Escherichia coli*

Keywords:

Orange peel, maceration, digestion, antibacterial, *Escherichia coli*

Hak Cipta: © 2026

Putu Ika Indah
Indraswari, I Made Asih
Widnyana Putra, Ida
Bagus Putra Mahardika.



This is an open access article under the [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license.

ABSTRAK

Latar belakang: Kulit jeruk Siam Kintamani (*Citrus nobilis* L.) merupakan limbah pertanian yang mengandung metabolit sekunder dengan potensi sebagai agen antibakteri.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan aktivitas antibakteri ekstrak etanol 70% dari kulit jeruk tersebut, yang diperoleh melalui metode maserasi dan digesti, terhadap *Escherichia coli*

Metode: Proses ekstraksi menghasilkan rendemen ekstrak kental sebesar 10,129% (121,55 g) untuk metode maserasi dan 20,435% (8,174 g) untuk metode digesti. Aktivitas antibakteri diuji menggunakan metode difusi cakram pada konsentrasi 70%, 75%, dan 80%.

Hasil: Rata-rata diameter zona hambat untuk maserasi berturut-turut adalah 6,21 mm; 6,86 mm; dan 7,17 mm, sedangkan digesti menghasilkan 6,88 mm; 7,46 mm; dan 8,05 mm. Analisis *One-Way* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan ($p < 0,05$).

Simpulan: Kesimpulannya, kedua ekstrak memiliki aktivitas antibakteri terhadap *E. coli*, dengan metode digesti pada konsentrasi 80% menunjukkan efektivitas terbaik.

ABSTRACT

Background: Siam Kintamani orange (*Citrus nobilis* L.) peel is an agricultural waste containing secondary metabolites with potential antibacterial properties

Objective: This study aimed to determine and compare the antibacterial activity of its 70% ethanol extract, obtained via maceration and digestion, against *Escherichia coli*.

Methods: The extraction process yielded 10.13% (121.55 g) of thick extract for maceration and 11% (66 g) for digestion. Antibacterial activity was evaluated using the disc diffusion method at 70%, 75%, and 80% concentrations

Results: The average inhibition zone diameters for maceration were 6.21, 6.86, and 7.17 mm, respectively, whereas digestion yielded 6.88, 7.46, and 8.05 mm. *One-Way* ANOVA indicated significant differences between treatments ($p < 0.05$).

Conclusion: In conclusion, the extracts exhibited antibacterial activity against *E. coli*, with the digestion method at 80% concentration demonstrating the highest effectiveness.

PENDAHULUAN

Dalam konteks lokal, Bali merupakan salah satu daerah yang memiliki dokumentasi tertulis mengenai pemanfaatan bahan alam sebagai obat tradisional, yaitu melalui naskah daun lontar yang dikenal sebagai Lontar Usada [1]. Usada merupakan bagian dari budaya Bali yang memuat pengetahuan pengobatan tradisional yang diwariskan secara turun-temurun. Naskah ini berisi informasi mengenai berbagai jenis tumbuhan obat, cara pengolahan, hingga tata cara penggunaannya dalam praktik pengobatan tradisional [2]. Keberadaan Lontar Usada menunjukkan bahwa pemanfaatan bahan alam telah berlangsung sejak berabad-abad lalu dan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari budaya serta sistem kesehatan masyarakat lokal di Indonesia [3].

Bahan alam mempunyai berbagai macam kandungan senyawa bioaktif yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi agen antibakteri. Di Bali salah satu bahan alam yang bisa dimanfaatkan sebagai antibakteri yaitu kulit Jeruk Siam Kintamani (*Citrus nobilis* L.) yang berasal dari daerah Kintamani, Kabupaten Bangli, Bali[4]. Jeruk Siam Kintamani memiliki ciri – ciri berkulit tipis dengan warna kuning, daging buah berwarna oranye dengan rasa yang khas yaitu manis dengan sedikit rasa asam [5]. Produksi jeruk yang melimpah dengan pengolahan yang terbatas pada bagian dagingnya saja, menyebabkan bagian kulit terbuang menumpuk menjadi limbah [6]

Kulit Jeruk Siam Kintamani di masyarakat hanya terbuang menjadi limbah dan pupuk ternyata mengandung zat senyawa bioaktif yang mempunyai potensi dikembangkan sebagai bahan obat alami seperti Alkaloid, Tanin, Fenol, Saponin, Flavonoid, Terpenoid dan Steroid yang memiliki sifat sebagai antibakteri [7,8]. Hal ini juga didasari oleh penelitian terdahulu yang dilakukan oleh [9] menunjukkan bahwa ekstrak kulit jeruk Purut mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, dan steroid yang terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Staphylococcus aureus*.

Ekstrak kulit jeruk mempunyai potensi yang sangat kuat untuk dikembangkan sebagai zat aktif dalam pengobatan antimikroba [10]. Hal ini dikarenakan senyawa-senyawa bioaktif yang terkandung dalam tanaman mempunyai potensi yang sangat besar untuk dikembangkan sebagai bahan dasar pembuatan obat-obatan baru [11]. Selain itu, penelitian ini juga sebagai upaya untuk memanfaatkan kekayaan alam Indonesia secara berkelanjutan khususnya di bidang kesehatan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang dilakukan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak kulit jeruk Siam Kintamani (*Citrus nobilis* L.) terhadap bakteri *Escherichia coli* menggunakan pelarut Ethanol 70%. Penelitian dilakukan dengan dua metode ekstraksi berbeda, yaitu metode digesti dan metode maserasi, guna melihat perbandingan efektivitas keduanya dalam menghasilkan senyawa aktif antibakteri. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi dan Laboratorium Mikrobiologi Insitut Teknologi dan Kesehatan Bintang Persada pada tahun 2026.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, kulit jeruk siam Kintamani yang diperoleh dari perkebunan jeruk di Kintamani, Kabupaten Bangli, *Dimethyl Sulfoxide* (DMSO), etanol 70%, *crolamfenicol* 250mg, HCl pekat, aquades steril, HCl 1%, FeCl₃, pereaksi *mayer*, media *Muller Hiton Agar* (MHA), H₂SO₄ pekat, dan biakan bakteri *Escherihcia coli*.

Ekstraksi Maserasi

Kulit jeruk Siam Kintamani segar yang telah dirajang kemudian di timbang sebanyak 1.200 gram dan dimasukan ke dalam toples serta ditambahkan pelarut etanol 70% sebanyak 6000 mL dengan rasio bahan: pelarut (1:5) (b/v), didiamkan selama 3 hari pada suhu ruang dengan penyimpanan terlindung dari cahaya matahari serta dilakukan pengadukan secara berkala setiap 24 jam sekali dan selama 15 menit. Setelah proses maserasi selesai dilakukan proses penyaringan menggunakan kertas saring serta filtrat yang didapat dimasukan ke dalam rotary evaporator untuk dipisahkan sehingga mendapatkan ekstrak kental kulit jeruk siam [12].

Ekstraksi Digesti

Kulit jeruk siam segar yang telah dilakukan perajangan kemudian ditimbang sebanyak 40gram kemudian dimasukan kedalam erlenmayer dan ditambahkan etanol 70% sebanyak 400 mL dengan rasio bahan: pelarut (1:5) (b/v), kemudian di ekstraksi dengan menggunakan metode digesti dengan menggunakan hot plate dengan pengadukan secara kontinu menggunakan stirrer, dengan suhu 40° C selama 1 jam dengan kecepatan 200rpm. Filtrat yang dihasilkan kemudian di lakukan evaprasi menggunakan *rotary evaporator* sampai mendapatkan ekstrak kental [13].

Uji Skrining Fitokimia

Menentukan kandungan senyawa bioaktif/metabolit sekunder yang terdapat didalam ekstrak etanol kulit jeruk siam kintamani yang meliputi alkaloid, saponin, flavonoid, tanin, fenol, steroid dan terpenoid yang dilakukan untuk mengidentifikasi komponen bioaktif yang berperan dalam aktivitas antibakteri.

Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit jeruk Siam Kintamani dilakukan menggunakan metode difusi cakram (Kirby-Bauer). Media Mueller Hinton Agar (MHA) yang telah disterilisasi dituangkan ke dalam cawan petri steril sebanyak ± 20 mL, kemudian dibiarkan memadat pada suhu ruang. Suspensi bakteri *Escherichia coli* yang telah disesuaikan dengan standar McFarland 0,5 ($\pm 1,5 \times 10^8$ CFU/mL) diinokulasikan secara merata pada permukaan media menggunakan swab steril dengan metode sebar tiga arah hingga terbentuk lawn culture. Media kemudian didiamkan selama ± 5 –10 menit agar suspensi bakteri terserap sempurna. Kertas cakram steril kemudian direndam dalam larutan ekstrak kulit jeruk dengan variasi konsentrasi (70%, 75%, dan 80%) selama ± 15 –30 menit, lalu ditiriskan agar tidak terlalu basah. Selanjutnya, cakram diletakkan di atas permukaan media yang telah diinokulasi menggunakan pinset steril dengan jarak yang sama antar cakram untuk menghindari tumpang tindih zona hambat. Cawan petri kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 18–24 jam. Setelah inkubasi, diamati dan diukur diameter zona bening (zona hambat) yang terbentuk di sekitar cakram menggunakan jangka sorong. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk memperoleh hasil yang akurat dan dapat direproduksi. Pengamatan pada media dilakukan setelah 24 jam sampel diinkubasi [14].

HASIL

Pengumpulan Sampel

Sebanyak 30 kg buah jeruk siam Kintamani segar dikupas untuk diambil bagian kulitnya sebagai bahan penelitian. Kulit jeruk yang diperoleh kemudian dilakukan sortasi basah menggunakan air mengalir untuk memisahkan kotoran, tanah, debu, bagian bahan yang rusak, serta kontaminan lain yang dapat mempengaruhi kualitas ekstrak yang dihasilkan [15]. Pada penelitian ini kulit jeruk digunakan dalam keadaan segar tanpa melalui proses pengeringan. Kulit jeruk yang telah dicuci kemudian dirajang menjadi ukuran lebih kecil untuk memperbesar luas permukaan kontak antara bahan dan pelarut sehingga proses ekstraksi menjadi lebih optimal. Setelah dilakukan perajangan, simplisia hanya ditiriskan sementara menggunakan kain bersih dan tidak dilakukan pengeringan sempurna.

Ekstraksi Maserasi dan Digesti

Pada penelitian ini proses ekstraksi kulit jeruk Siam Kintamani (*Citrus nobilis* Lour. var. *microcarpa*) dilakukan menggunakan dua metode ekstraksi yaitu maserasi dan digesti dengan pelarut etanol 70%. Hasil ekstraksi metode maserasi menghasilkan ekstrak kental sebanyak 121,55 gram dengan persentase rendemen sebesar 10,129% dan hasil ekstraksi metode digesti menghasilkan ekstrak kental sebanyak 8.174 gram dengan persentase rendemen sejumlah 20.435%.

Uji Fitokimia

Pada pengujian flavonoid menggunakan pereaksi HCl dan serbuk magnesium terbentuk warna jingga yang menunjukkan hasil positif mengandung flavonoid. Pengujian alkaloid menggunakan pereaksi Mayer dan Dragendorff menunjukkan terbentuknya endapan putih pada pereaksi Mayer dan endapan jingga pada pereaksi Dragendorff. Hasil tersebut menandakan adanya kandungan alkaloid dalam ekstrak kulit jeruk. Pada pengujian steroid dan terpenoid menggunakan pereaksi kloroform, asam asetat, dan asam sulfat pekat terbentuk cincin berwarna yang menunjukkan hasil positif. Hasil pengujian tanin/fenol menggunakan pereaksi FeCl₃ 5% menunjukkan perubahan warna menjadi hijau kehitaman yang menandakan adanya senyawa fenolik pada ekstrak.

Uji Aktivitas Antibakteri

Hasil pengukuran diameter Daya hambat ekstrak etanol 70% maserasi dan digesti kulit jeruk siam Kintamani terhadap bakteri *Escherichia coli* dengan konsentrasi 70%, 75%, dan 80% menunjukkan terdapat Daya hambat yang terbentuk di sekitar *paper disk* dengan kategori yang disajikan pada Tabel 1. untuk ekstrak maserasi dan Tabel 2. untuk ekstrak digesti.

Tabel 1. Daya Hambat Ekstrak Hasil Maserasi pada Bakteri *Escherichia coli*

Konsentrasi	Diameter Daya Hambat (mm)			Rata-Rata	Kategori
	I	II	III		
70%	6,10	6,25	6,30	6,21	Sedang
75%	6,75	6,90	6,95	6,86	Sedang
80%	7,15	7,20	7,35	7,17	Sedang
Kontrol (+)	26,30	25,20	24,40	25,30	Sangat Kuat
Kontrol (-)	0	0	0	0	

Tabel 2. Daya Hambat Ekstrak Hasil Digesti pada Bakteri *Escherichia coli*

Konsentrasi	Diameter Daya Hambat (mm)			Rata-Rata	Kategori
	I	II	III		
70%	6,75	6,85	7,05	6,88	Sedang
75%	7,25	7,55	7,60	7,46	Sedang
80%	7,90	8,10	8,15	8,05	Sedang
Kontrol (+)	26,30	25,20	24,40	25,30	Sangat Kuat
Kontrol (-)	0	0	0	0	-

Berdasarkan hasil uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa seluruh kelompok perlakuan berdistribusi normal dengan nilai signifikansi $> 0,05$. Dengan terpenuhinya asumsi normalitas, analisis dapat dilanjutkan ke uji parametrik. Berdasarkan hasil uji Homogenitas dengan menggunakan uji *Levene* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,006 (Sig. $< 0,05$), yang berarti varians antar kelompok tidak homogen. Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan nilai $F = 1236,169$ dengan signifikansi $< 0,001$ ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang sangat signifikan antar kelompok perlakuan. Berdasarkan hasil uji lanjut *Post Hoc Games-Howell*, diperoleh informasi mengenai perbedaan aktivitas antibakteri antar kelompok perlakuan. Uji ini dilakukan karena hasil uji homogenitas menunjukkan data tidak homogen sehingga diperlukan metode analisis yang sesuai untuk varians yang tidak sama. Hasil uji menunjukkan bahwa terdapat beberapa kelompok yang memiliki perbedaan signifikan maupun tidak signifikan terhadap diameter zona hambat bakteri *Escherichia coli*.

Pada metode maserasi, terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi 70% dan 75% dengan nilai signifikansi 0,016 serta antara konsentrasi 70% dan 80% dengan nilai signifikansi 0,003. Namun, antara konsentrasi 75% dan 80% tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan nilai signifikansi 0,112. Pada metode digesti, perbedaan signifikan hanya ditemukan antara konsentrasi 70% dan 80% dengan nilai signifikansi 0,006. Sementara itu, antara konsentrasi 70% dan 75% ($p=0,132$) serta antara konsentrasi 75% dan 80% ($p=0,123$) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak pada metode digesti memerlukan rentang konsentrasi yang lebih besar untuk menghasilkan peningkatan aktivitas antibakteri yang bermakna.

PEMBAHASAN

Pengumpulan sampel

Preparasi sampel dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu pengupasan, sortasi basah, pencucian, perajangan, dan penirisan. Tahapan preparasi bertujuan untuk memperoleh bahan baku yang bersih dan memiliki kualitas baik sebelum dilakukan proses ekstraksi. Pada penelitian ini digunakan kulit jeruk segar sebanyak 30 kg yang diperoleh dari perkebunan jeruk di daerah Kintamani, Bangli. Sortasi basah dilakukan menggunakan air mengalir untuk memisahkan kotoran, debu, tanah, serta bagian kulit jeruk yang rusak. Proses ini penting dilakukan untuk mengurangi kontaminasi yang dapat mempengaruhi kualitas ekstrak dan hasil pengujian antibakteri [15]. Berdasarkan pernyataan oleh [16], proses sortasi dan pembersihan simplisia merupakan tahapan penting untuk menjaga mutu bahan alam serta mencegah kontaminasi yang dapat mempengaruhi kandungan metabolit sekunder pada bahan.

Pada penelitian ini kulit jeruk tidak dilakukan proses pengeringan dan digunakan dalam keadaan segar. Penggunaan simplisia segar bertujuan untuk mempertahankan kandungan senyawa volatil terutama minyak atsiri seperti limonene, sitral, dan linalool yang mudah menguap apabila

terkena panas selama proses pengeringan [17]. Kandungan minyak atsiri diketahui memiliki aktivitas antibakteri sehingga diharapkan tetap terjaga selama proses penelitian [7]. Menurut [18], kulit jeruk segar menghasilkan kandungan minyak atsiri yang lebih baik dibandingkan kulit jeruk yang dikeringkan karena proses pengeringan dapat menyebabkan penguapan senyawa volatil.

Kulit jeruk yang telah dicuci kemudian dirajang menjadi ukuran lebih kecil untuk memperbesar luas permukaan kontak antara bahan dan pelarut sehingga proses ekstraksi menjadi lebih optimal. Semakin luas permukaan bahan maka proses difusi senyawa aktif ke dalam pelarut akan semakin efektif sehingga senyawa metabolit sekunder lebih mudah tertarik oleh pelarut [19]. Setelah dilakukan perajangan, simplisia hanya ditiriskan sementara menggunakan kain bersih dan tidak dilakukan pengeringan sempurna. Penirisan dilakukan untuk mengurangi air bebas yang masih menempel pada permukaan kulit jeruk tanpa menghilangkan kadar air alami dalam jaringan tanaman.

Ekstraksi

Pada penelitian ini proses ekstraksi kulit jeruk Siam Kintamani (*Citrus nobilis* Lour. var. *microcarpa*) dilakukan menggunakan dua metode ekstraksi yaitu maserasi dan digesti dengan pelarut etanol 70%. Berdasarkan penelitian oleh [20] pemilihan etanol 70% sebagai pelarut karena etanol mampu melarutkan senyawa metabolit sekunder bersifat polar maupun semi polar seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan fenol. Selain itu, etanol 70% memiliki kemampuan penetrasi yang baik ke dalam jaringan tanaman sehingga proses penarikan senyawa aktif menjadi lebih optimal. Metode maserasi memiliki kelebihan yaitu proses pengerjaan yang sederhana dan cocok digunakan untuk senyawa yang tidak tahan panas karena dilakukan tanpa pemanasan [21]. Selain itu, menurut [22] maserasi merupakan metode ekstraksi sederhana yang banyak digunakan untuk mengekstraksi senyawa aktif dari bahan alam tanpa merusak senyawa termolabil.

Sedangkan metode digesti dilakukan menggunakan bantuan pemanasan pada suhu 40°C disertai pengadukan menggunakan magnetic stirrer. Hasil ekstraksi metode digesti menghasilkan ekstrak kental sebanyak 8,174 gram. Rendemen ekstrak dengan metode digesti lebih tinggi dibandingkan metode maserasi. Hal ini diduga karena adanya proses pemanasan pada metode digesti yang membantu mempercepat penetrasi pelarut ke dalam jaringan tanaman sehingga senyawa aktif lebih mudah larut ke dalam pelarut. Menurut [13], metode digesti mampu meningkatkan efektivitas ekstraksi karena adanya bantuan suhu yang mempercepat difusi senyawa aktif dari simplisia ke dalam pelarut. Perbedaan rendemen antara metode maserasi dan digesti dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu ekstraksi, lama ekstraksi, pengadukan, ukuran partikel simplisia, dan kemampuan pelarut dalam menarik senyawa metabolit sekunder. Semakin optimal proses ekstraksi maka semakin banyak senyawa aktif yang berhasil tersari sehingga nilai rendemen menjadi lebih tinggi.

Uji Fitokimia

Pada pengujian flavonoid menggunakan pereaksi HCl dan serbuk magnesium terbentuk warna jingga yang menunjukkan hasil positif mengandung flavonoid. [23] menyatakan flavonoid diketahui memiliki aktivitas antibakteri dengan cara merusak membran sel bakteri, menghambat kerja enzim, serta mengganggu metabolisme sel bakteri sehingga pertumbuhan bakteri dapat terhambat. Hasil positif selanjutnya menandakan adanya kandungan alkaloid dalam ekstrak kulit jeruk. Pada penelitian oleh [24] menyatakan alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri melalui mekanisme mengganggu pembentukan peptidoglikan pada dinding sel bakteri sehingga menyebabkan dinding sel tidak terbentuk secara sempurna dan akhirnya sel bakteri mengalami kerusakan. Menurut [25] terbentuknya endapan putih pada pereaksi Mayer dan endapan jingga pada pereaksi Dragendorff menunjukkan hasil positif adanya senyawa alkaloid pada sampel.

Pada pengujian steroid dan terpenoid menunjukkan hasil positif. [23] menyatakan terpenoid terutama limonene diketahui memiliki aktivitas antibakteri dengan cara merusak membran sel bakteri dan meningkatkan permeabilitas membran sehingga isi sel keluar dan menyebabkan kematian bakteri. Hasil pengujian tanin/fenol menggunakan pereaksi FeCl₃ 5% menunjukkan hasil positif. Senyawa fenol dan tanin memiliki kemampuan mengendapkan protein serta merusak membran sel bakteri sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Selain itu, senyawa fenolik juga dapat menyebabkan denaturasi protein sel bakteri sehingga aktivitas metabolisme bakteri terganggu [26].

Pada pengujian saponin menunjukkan hasil positif terbentuknya busa disebabkan karena saponin memiliki sifat seperti surfaktan yang dapat menurunkan tegangan permukaan. Saponin

diketahui memiliki aktivitas antibakteri dengan cara merusak membran sitoplasma bakteri sehingga menyebabkan kebocoran isi sel dan menghambat pertumbuhan bakteri. Menurut [27], terbentuknya busa stabil selama beberapa menit menunjukkan adanya kandungan saponin pada ekstrak.

Adanya berbagai kandungan metabolit sekunder pada ekstrak kulit jeruk Siam Kintamani menunjukkan bahwa ekstrak memiliki potensi sebagai antibakteri alami terhadap bakteri *Escherichia coli*. Kombinasi berbagai senyawa aktif tersebut diduga bekerja secara sinergis dalam menghambat pertumbuhan bakteri melalui berbagai mekanisme kerja yang berbeda. Kandungan metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, tanin, fenol, saponin, steroid, dan terpenoid diduga menjadi faktor utama yang berperan dalam menghasilkan aktivitas antibakteri pada ekstrak kulit jeruk Siam Kintamani.

Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit jeruk Siam Kintamani dilakukan menggunakan metode difusi cakram (*Kirby-Bauer*) terhadap bakteri *Escherichia coli*. Metode ini dipilih karena mudah dilakukan, sederhana, serta mampu menunjukkan kemampuan suatu senyawa antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri melalui terbentuknya zona bening di sekitar kertas cakram. Zona bening yang terbentuk menunjukkan adanya aktivitas antibakteri dari ekstrak terhadap bakteri uji. Menurut [14], semakin besar diameter zona hambat yang terbentuk maka semakin kuat aktivitas antibakteri suatu bahan terhadap bakteri uji.

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 1 dan Tabel 2, ekstrak etanol kulit jeruk Siam Kintamani dengan metode maserasi maupun digesti mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada seluruh konsentrasi yang digunakan yaitu 70%, 75%, dan 80%. Pada ekstrak metode maserasi diperoleh rata-rata diameter zona hambat sebesar 6,21 mm pada konsentrasi 70%, 6,86 mm pada konsentrasi 75%, dan 7,17 mm pada konsentrasi 80% dengan kategori sedang. Sedangkan pada metode digesti diperoleh rata-rata diameter zona hambat sebesar 6,88 mm pada konsentrasi 70%, 7,46 mm pada konsentrasi 75%, dan 8,05 mm pada konsentrasi 80% yang juga termasuk kategori sedang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan maka semakin besar diameter zona hambat yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka jumlah senyawa aktif yang terkandung di dalam ekstrak juga semakin banyak sehingga kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri menjadi lebih besar. Senyawa aktif seperti flavonoid, alkaloid, tanin, fenol, saponin, steroid, dan terpenoid diduga bekerja secara sinergis dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Menurut [23], flavonoid bekerja dengan merusak membran sel bakteri dan menghambat metabolisme energi sel, sedangkan terpenoid mampu meningkatkan permeabilitas membran sehingga menyebabkan kebocoran isi sel bakteri.

Pada penelitian ini kontrol positif menggunakan chloramphenicol menunjukkan rata-rata diameter zona hambat sebesar 25,30 mm dengan kategori sangat kuat. Hasil ini menunjukkan bahwa chloramphenicol memiliki aktivitas antibakteri yang jauh lebih besar dibandingkan ekstrak kulit jeruk Siam Kintamani. Chloramphenicol bekerja dengan cara menghambat sintesis protein pada subunit ribosom 50S bakteri sehingga pertumbuhan bakteri dapat terhambat. Chloramphenicol merupakan antibiotik spektrum luas yang efektif terhadap bakteri Gram positif maupun Gram negatif termasuk *Escherichia coli* [28]. Sedangkan pada kontrol negatif menggunakan DMSO 10% tidak terbentuk zona hambat sama sekali dengan hasil 0 mm. Hal ini menunjukkan bahwa DMSO tidak memiliki aktivitas antibakteri sehingga zona hambat yang terbentuk pada kelompok perlakuan benar-benar berasal dari senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak kulit jeruk Siam Kintamani. Menurut Rahmi & Putri (2020), DMSO pada konsentrasi tertentu tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan bakteri sehingga layak digunakan sebagai kontrol negatif pada pengujian antibakteri metode difusi cakram.

Berdasarkan hasil penelitian, metode digesti menunjukkan aktivitas antibakteri yang lebih baik dibandingkan metode maserasi pada setiap konsentrasi ekstrak. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata diameter zona hambat metode digesti yang lebih besar dibandingkan metode maserasi. Pada konsentrasi 80%, metode digesti menghasilkan zona hambat sebesar 8,05 mm sedangkan metode maserasi sebesar 7,17 mm. Perbedaan ini diduga disebabkan karena adanya proses pemanasan pada metode digesti yang membantu mempercepat penetrasi pelarut ke dalam jaringan tanaman sehingga proses penarikan senyawa aktif berlangsung lebih optimal. Selain itu, pengadukan kontinu selama

proses digesti juga membantu meningkatkan kontak antara pelarut dan bahan sehingga senyawa metabolit sekunder lebih banyak terekstraksi.

Meskipun kedua metode ekstraksi menunjukkan aktivitas antibakteri dengan kategori sedang, hasil penelitian ini membuktikan bahwa ekstrak etanol kulit jeruk Siam Kintamani memiliki potensi sebagai antibakteri alami terhadap bakteri *Escherichia coli*. Aktivitas antibakteri tersebut dipengaruhi oleh kandungan metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak serta metode ekstraksi yang digunakan dalam proses penarikan senyawa aktif. Analisis statistik dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan aktivitas antibakteri ekstrak etanol 70% kulit jeruk Siam Kintamani (*Citrus nobilis* L.) yang diperoleh dengan metode maserasi dan digesti terhadap bakteri *Escherichia coli*. Berdasarkan hasil uji normalitas Shapiro-Wilk, seluruh kelompok perlakuan menunjukkan nilai signifikansi lebih dari 0,05 sehingga data dinyatakan berdistribusi normal. Hasil ini menunjukkan bahwa data memenuhi salah satu syarat untuk dilakukan analisis parametrik menggunakan One Way ANOVA. Menurut penelitian oleh [29], uji normalitas diperlukan untuk memastikan bahwa distribusi data tidak menyimpang secara signifikan sehingga hasil analisis parametrik dapat diinterpretasikan secara valid.

Analisis data dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ekstrak dan metode ekstraksi terhadap aktivitas antibakteri ekstrak etanol 70% kulit jeruk Siam Kintamani (*Citrus nobilis* L.) terhadap *Escherichia coli*. Berdasarkan hasil uji normalitas Shapiro-Wilk, seluruh kelompok perlakuan memiliki nilai signifikansi $>0,05$ sehingga data dinyatakan berdistribusi normal dan memenuhi syarat untuk dilakukan uji parametrik. Selanjutnya, uji homogenitas menunjukkan nilai signifikansi 0,006 ($p<0,05$), yang berarti data tidak homogen sehingga analisis dilanjutkan menggunakan uji *post hoc* Games-Howell yang sesuai untuk data dengan varians tidak homogen.

Hasil uji One Way ANOVA menunjukkan nilai signifikansi $<0,001$ ($p<0,05$), yang menunjukkan adanya perbedaan yang sangat signifikan antar kelompok perlakuan. Hasil ini membuktikan bahwa variasi konsentrasi ekstrak dan metode ekstraksi berpengaruh terhadap aktivitas antibakteri ekstrak kulit jeruk Siam Kintamani terhadap *Escherichia coli*. Berdasarkan uji lanjut Games-Howell, pada metode maserasi terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi 70% dengan 75% ($p=0,016$) dan 70% dengan 80% ($p=0,003$), sedangkan antara 75% dan 80% tidak berbeda signifikan ($p=0,112$). Pada metode digesti, perbedaan signifikan hanya ditemukan antara konsentrasi 70% dan 80% ($p=0,006$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak cenderung meningkatkan aktivitas antibakteri, meskipun tidak seluruh peningkatan konsentrasi menghasilkan perbedaan yang bermakna secara statistik.

Perbandingan antara metode maserasi dan digesti pada konsentrasi yang sama menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada konsentrasi 70% ($p=0,043$) dan 80% ($p=0,013$), sedangkan pada konsentrasi 75% tidak terdapat perbedaan signifikan ($p=0,114$). Hasil ini menunjukkan bahwa metode digesti lebih efektif dibandingkan metode maserasi dalam mengekstraksi senyawa antibakteri dari kulit jeruk Siam Kintamani. Menurut [30], efektivitas aktivitas antibakteri ekstrak tanaman dipengaruhi oleh jumlah senyawa metabolit sekunder yang berhasil diekstraksi dan terkandung dalam ekstrak. Oleh karena itu, metode ekstraksi yang mampu menghasilkan senyawa aktif lebih banyak akan memberikan aktivitas antibakteri yang lebih tinggi. Secara keseluruhan, hasil analisis data menunjukkan bahwa metode ekstraksi dan konsentrasi ekstrak berpengaruh terhadap aktivitas antibakteri ekstrak etanol 70% kulit jeruk Siam Kintamani terhadap *Escherichia coli*. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah ekstrak hasil digesti konsentrasi 80% dengan rata-rata diameter zona hambat sebesar 8,05 mm.

SIMPULAN

Ekstrak etanol 70% kulit jeruk Siam Kintamani hasil ekstraksi metode maserasi memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dengan rata-rata diameter zona hambat berturut-turut sebesar 6,21 mm, 6,86 mm, dan 7,17 mm. Diameter zona hambat terbesar diperoleh pada konsentrasi 80% yang termasuk kategori daya hambat sedang. Ekstrak etanol 70% kulit jeruk Siam Kintamani hasil ekstraksi metode digesti memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat pada seluruh konsentrasi yang diuji dengan rata-rata diameter zona hambat berturut-turut sebesar 6,88 mm, 7,46 mm, dan 8,05 mm. Diameter zona hambat terbesar diperoleh pada konsentrasi 80% yang termasuk kategori daya hambat

sedang. Metode digesti menghasilkan aktivitas antibakteri yang lebih baik dibandingkan metode maserasi pada seluruh konsentrasi yang diuji.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada laboran dan Ka Laboratorium ITEKES Bintang Persada yang telah mendukung kelancaran penelitian ini.

PENGUNAAN KECERDASAN ARTIFISIAL

Penggunaan Gemini dalam mencari dan membandingkan artikel ilmiah terkait dengan penelitian yang digunakan.

KONTRIBUSI PENULIS

Konseptualisasi: Putu Ika Indah Indraswari

Kurasi data: Putu Ika Indah Indraswari, I Made Asih Widnyana Putra

Analisis formal: Putu Ika Indah Indraswari, Ida Bagus Putra Mahardika

Perolehan pendanaan: -

Investigasi: Ida Bagus Putra Mahardika

Metodologi: Putu Ika Indah Indraswari

Administrasi proyek: I Made Asih Widnyana Putra

Sumber daya: Putu Ika Indah Indraswari

Perangkat lunak: I Made Asih Widnyana Putra

Supervisi: : Putu Ika Indah Indraswari

Validasi: Putu Ika Indah Indraswari

Visualisasi: Ida Bagus Putra Mahardika

Penulisan—draf awal: Putu Ika Indah Indraswari, I Made Asih Widnyana Putra

Penulisan—tinjauan & penyuntingan: Putu Ika Indah Indraswari, Ida Bagus Putra Mahardika

PENDANAAN

-

KONFLIK KEPENTINGAN

-

DAFTAR PUSTAKA

1. Putra IBGK. Minister Terawan encourages Usadha Bali development under Traditional Balinese Medicine branding. *Bali Tourism Journal*. 2020 Mar 16;4(1):10. doi:10.36675/btj.v4i1.40
2. Setiawan PYB. "BOREH" Pengetahuan Lokal Pengobatan Bali Dengan Keragaman Tanaman Obat Dan Manfaat. Vol. 2. 2024;2(2).
3. Nasution AK, Wijaya SH, Gao P, Islam RM, Huang M, Ono N, Kanaya S, Altaf-Ul-Amin Md. Prediction of Potential Natural Antibiotics Plants Based on Jamu Formula Using Random Forest Classifier. *Antibiotics*. 2022 Sep 5;11(9):1199. doi:10.3390/antibiotics11091199
4. Lestari PW, Defiani MR, Kosmiatin M. Perbanyakan Klonal Galur Jeruk Siam Kintamani (*Citrus nobilis* Lour) Hasil Iradiasi Sinar Gamma. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*. 2022 May 15;9(1):197. doi:10.24843/metamorfosa.2022.v09.i01.p20
5. I Ketut Suda Armawan, Ni Komang Alit Astiari, Ni putu Anom Sulistiawati. Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Kalium Nitrat dan Magnesium Sulfate Terhadap Hasil Tanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *Microcarpa* L.). *Gema Agro*. 2023 Apr 27;28(1):14–21. doi:10.22225/ga.28.1.5632.14-21
6. Izzalqurny TR, Ilmia A, Mufidah A. Pemanfaatan Dan Pengolahan Potensi Buah Jeruk Untuk Pengembangan Produk Umkm Desa Gunting Kecamatan Sukorejo. *Diseminasi: Jurnal*

- Pengabdian kepada Masyarakat. 2022 Mar 17;4(1):74–84. doi:10.33830/diseminasiabdimas.v4i1.1866
7. Hasrawati A, Julyani S, Aztriana A. Formulasi Dan Evaluasi Pasta Gigi Yang Mengandung Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis* L.) Dan Kulit Jeruk Keprok (*Citrus reticulata* Blanco.). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 2024 Jul 1;16(1):18–25. doi:10.56711/jifa.v16i1.1065
 8. Indraswari PII, Marangyana IGBI. Pemanfaatan Ekstrak Etanol 70% Kulit Jeruk Siam Kintamani (*Citrus nobilis* L.) Sebagai Bahan Aktif Pada Sediaan Lotion Antioksidan. *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 2024 Dec 1;16(2):107–16. doi:10.56711/jifa.v16i2.1239
 9. Elmitra E. Uji Aktivitas Krim Antibakteri Ekstrak Kulit Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Pharmacy*. 2021 Nov 15;8(2):17–34. doi:10.52161/jiphar.v8i2.354
 10. Anwar T, Qureshi H, Fatima A, Sattar K, Albasher G, Kamal A, Ayaz A, Zaman W. *Citrus sinensis* Peel Oil Extraction and Evaluation as an Antibacterial and Antifungal Agent. *Microorganisms*. 2023 Jun 26;11(7):1662. doi:10.3390/microorganisms11071662
 11. Khameneh B, Eskin NAM, Iranshahy M, Fazly Bazzaz BS. Phytochemicals: A Promising Weapon in the Arsenal against Antibiotic-Resistant Bacteria. *Antibiotics*. 2021 Aug 26;10(9):1044. doi:10.3390/antibiotics10091044
 12. Sari WY, Yuliasuti D, Hidayati IG. Uji Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Fraksi Etanolik serta Krim Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle) dengan Metode DPPH. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*. 2021 Dec 31;18(2):351. doi:10.30595/pharmacy.v18i2.10311
 13. Uzwatania F, Ma'ruf A, S. JB. Pengaruh Suhu Dan Waktu Ekstraksi Pada Metode Digesti Terhadap Aktivitas Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) DI PT. X. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 2024 Oct 25;23(2):104–12. doi:10.33508/jtpg.v23i2.4992
 14. Amanda Rizki S, Latief M, Rahman H. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak N-Heksan, Etil Asetat, Dan Etanol Daun Durian (*Durio zibethinus* Linn.) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*.
 15. Niken N, Arman E, Pebriansyah R, Yusuf RN. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan Saintika Meditory*. 2023;6(2).
 16. Kania M, Afifah SA, Kireina TA. Analisis Mutu dan Uji Metabolit Sekunder dalam *Simplisia Biji Jinten Hitam (Nigella sativa L.)*. *PharmaCine : Journal of Pharmacy, Medical and Health Science*. 2023 Mar 1;4(1):11–9. doi:10.35706/pc.v4i1.8303
 17. Mubarakah A, Kurniawan K, Kusumaningtyas NM. Penetapan Kadar Senyawa Flavonoid Ekstrak Etanol 96%, Metanol 96%, Etil Asetat 96% Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata* K.Schum) Dengan Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Ilmiah Global Farmasi*. 2023;1(1).
 18. Imen D, Nadia S, Souhaila D, Imed C, Fatma G, Assia L, Ahmed L. The Effect of Drying Condition on *Citrus sinensis* (Osbeck) Peel Waste Essential Oil's Composition, Antioxidant, Antibacterial and Tyrosinase Inhibition Activities. *Waste Biomass Valorization*. 2024 Apr 27;15(4):2513–26. doi:10.1007/s12649-023-02333-y
 19. Oktavia R, Rohama R, Saputri R. Aktivitas Antioksidan Dan Penetapan Kadar Flavonoid Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* Ruiz & Pav) Dengan Variasi Ukuran Partikel Serbuk *Simplisia* [Internet]. 2023. doi:10.33859/jpcs
 20. Saroya NT, Solikah WY, Fauzi R, Lubis AR. Pengaruh Variasi Jenis Pelarut Terhadap Kadar Flavonoid dan Fenolik Total Ekstrak Etanol Umbi Lobak Putih (*Raphanus sativus* L.). *Jurnal Ilmu Kefarmasian*. 2025;6(2).
 21. Siswanto S, Kurniati E, Okta. E. S, Oktafamia M. Enkapsulasi Flavonoid Hasil Ekstraksi Maserasi Daun Blimbing Wuluh Menggunakan Rotary Vertical Encapsulation dengan Pemanas Nikelin. *COMSERVA : Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. 2022 Sep 30;2(5):506–14. doi:10.59141/comserva.v2i5.602
 22. Gori A, Boucherle B, Rey A, Rome M, Fuzzati N, Peuchmaur M. Development of an innovative maceration technique to optimize extraction and phase partition of natural products. *Fitoterapia*. 2021 Jan;148:104798. doi:10.1016/j.fitote.2020.104798

23. Huang W, Wang Y, Tian W, Cui X, Tu P, Li J, Shi S, Liu X. Biosynthesis Investigations of Terpenoid, Alkaloid, and Flavonoid Antimicrobial Agents Derived from Medicinal Plants. *Antibiotics*. 2022 Oct 9;11(10):1380. doi:10.3390/antibiotics11101380
24. Yan Y, Li X, Zhang C, Lv L, Gao B, Li M. Research Progress on Antibacterial Activities and Mechanisms of Natural Alkaloids: A Review. *Antibiotics*. 2021 Mar 19;10(3):318. doi:10.3390/antibiotics10030318
25. Muhammad Nur Fauzi, Joko Santoso, Aldi Budi Riyanta. Uji Kualitatif dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanolik Buah Maja (*Aegle Marmelos* (L.)Correa) dengan Metode DPPH. *Jurnal Riset Farmasi*. 2021 Jul 6;1(1):1–8. doi:10.29313/jrf.v1i1.25
26. Dari AW, Narsa AC, Zamruddin NM. Literature Review: Aktivitas Kulit Jeruk dalam Bidang Farmasi. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. 2020 Dec 16;12:125–51. doi:10.25026/mpc.v12i1.417
27. Hariyanti D, Prasetya F, Siregar VO. Identifikasi Metabolit Sekunder Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis Pontianak (*Citrus nobilis* Lour.) Menggunakan Metode Ekstraksi Microwave Hydrodistillation. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. 2023 Jun 30;17:27–31. doi:10.25026/mpc.v17i1.686
28. Islmiyati D, Husen F, Studi Farmasi Klinis dan Komunitas P, Tinggi Ilmu Kesehatan Bina Cipta Husada Purwokerto S, Tengah J, Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bina Cipta Husada Purwokerto P. Perbandingan Aktivitas Antibakteri Kloramfenikol Terhadap Bakteri Gram Positif Dan Gram Negatif Secara In Silico Dan In Vitro. *Jurnal Kesehatan Dan Science [Internet]*. 2025. Available from: <https://www.rcsb.org/>.
29. Narmada IB, Martalia C, Ramadhani SDN. Non-extraction Treatment of Class II Division 2 Malocclusion with Cover Bite: A Case Report. *Acta Med Philipp*. 2022. doi:10.47895/amp.vi0.4309
30. Arora P, Garg M, Gera T, Vaid L, Sood P, Kaur L, Kaur P, Kumar Sahu S. Antimicrobial Activity of Secondary Metabolites in Medicinal Plants: An Update. *BIO Web Conf*. 2024 Jan 12;86:01040. doi:10.1051/bioconf/20248601040