

The Effect of Nanocurcumin Particle Sizes on the Inhibitory Potential on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*

Fiona Rosslyn Tnunay^{1*}, Donn Richard Ricky^{1*}, Joshua H. L. Tobing¹

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Advent Indonesia, Bandung, Indonesia;

Article History

Received: October 31th, 2025

Revised : November 12th, 2025

Accepted : November 14th, 2025

*Corresponding Author: **Donn Richard Ricky**, Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Advent Indonesia, Bandung, Indonesia;
Email: donn.ricky@unai.edu

Abstract: Increasing antibiotic resistance against major pathogens like *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* are necessitates as alternative antimicrobials. Curcumin, known for its antibacterial properties, suffers from low bioavailability; thus, developing it into nanocurcumin using the stabilizer PVP is aims in enhancing its efficacy. This study was conducted to investigate the effect of nanocurcumin particle sizes (controlled by three PVP K30 concentrations: 1.5, 3.0, and 4.5 g/mL) on its inhibitory potential on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. The research is a true laboratory experimental design, synthesizing nanocurcumin via a Rotor Stator Homogenizer and assessing antibacterial activity using the disc diffusion method on Mueller Hinton Agar (MHA), with inhibition zone diameters are analyze using One-Way ANOVA. All tested samples exhibit weak inhibitory potential. The ANOVA revealed no significant effect against *Staphylococcus aureus* ($p = 0.377$), but shows a significant effect against *Escherichia coli* ($p = 0.042$). These finding shows that particle size variations of nanocurcumin influence against Gram-negative bacteria, with the smallest average particle size (20.6 nm) obtained at 1.5 g/mL PVP K30. In conclusion, nanocurcumin size variations significantly affect the inhibition against *Escherichia coli* but not against *Staphylococcus aureus*, a differential effect attributed to the distinct cell wall structures of the two bacteria types. Future studies are recommended to explore optimization methods to improve nanocurcumin's efficacy, especially against *Staphylococcus aureus*.

Keywords: Antibacterial activity, curcumin, nanoparticles *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

Pendahuluan

Infeksi bakteri salah satu tantangan kesehatan yang terus-menerus berkembang di lingkungan sekitar masyarakat (Novard *et al.*, 2019). Terutama akibat meningkatnya resistensi terhadap antibiotik (Farida *et al.*, 2016). Resistensi antibiotik terjadi ketika mikroba menghambat aktivitas kerja dari antibiotik yang sebelumnya efektif (Sukertiasih *et al.*, 2021). Penggunaan antibiotik yang tidak tepat menimbulkan permasalahan kesehatan dan dapat menjadi ancaman kesehatan secara global yaitu masalah resistensi antibiotik (Meinitasari *et al.*, 2021).

Bakteri patogen seperti *Staphylococcus*

aureus dan *Escherichia coli* merupakan penyebab utama masalah kesehatan pada Manusia (Rosalina & Nurmaulawati, 2024). *Staphylococcus aureus* adalah bakteri gram positif yang ditemukan pada kulit, saluran pernapasan, dan saluran pencernaan Manusia (Candrawati *et al.*, 2025). Selain itu, bakteri ini juga dapat menimbulkan penyakit dengan gejala khas seperti peradangan, nekrosis, dan pembentukan abses (Buldani *et al.*, 2017). Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) melaporkan bahwa pada tahun 2019, terdapat 77 kasus keracunan makanan di bagian pangan. Jumlah tersebut, 12 kasus atau sekitar 16% berasal dari jajanan. Penyebab utama keracunan pangan ini adalah faktor mikrobiologi, yang

mencatat 35 kasus atau 43,2% dan 5 kasus atau 6,2% di antaranya terkonfirmasi (Gunawan *et al.*, 2022).

Infeksi sistem pencernaan manusia disebabkan oleh bakteri Gram-negatif *Escherichia coli* (Rosalina & Nurmaulawati, 2024). Kolera, disentri, diare, dan gangguan gastrointestinal lainnya dapat disebabkan oleh bakteri ini, yang seringkali terdapat dalam makanan dan minuman yang masuk ke dalam tubuh manusia (Ahmad, 2017). Di Indonesia, diare masih merupakan masalah kesehatan yang umum. Diperkirakan 1,5 miliar kasus diare pada anak terjadi setiap tahun, dengan makanan atau minuman yang terkontaminasi menjadi sumber 70% dari kasus tersebut (Marpaung *et al.*, 2024). Upaya mencari alternatif terapi, Kunyit merupakan tanaman obat yang telah lama menjadi sumber solusi karena terdapat senyawa aktif di dalamnya (Azis, 2019). Bahan utama kurkumin, yang memiliki sifat antiperadangan dan antibakteri, ditemukan dalam kunyit dan dapat membantu menurunkan peradangan kronis, yang sering dikaitkan dengan sejumlah penyakit seperti diabetes, penyakit jantung, dan radang sendi (Febriawan, 2020).

Namun, pemanfaatan kurkumin terkendala oleh kekurangan bioavailabilitas yang rendah dan solubilitas yang rendah dalam air (Syakila & Amin, 2025). Untuk mengatasi kekurangan ini dalam pengembangan kurkumin sebagai obat herbal, para peneliti telah mengembangkan kurkumin dalam bentuk nanopartikel (Sandhiutami *et al.*, 2022). Tujuan utama dalam penggunaan nanopartikel ini adalah agar dapat membantu meningkatkan bioavailabilitas kurkumin yang rendah secara alami (Ardila *et al.*, 2017). Selain itu, mampu mengoptimalkan bioavailabilitas dan potensi terapeutik kurkumin di dalam tubuh. Rendah akibat solubilitasnya yang buruk dalam air, dengan memanfaatkan teknologi nano, kurkumin dapat diformulasikan menjadi nanopartikel yang lebih mudah diserap oleh tubuh (Pradana *et al.*, 2023).

Nanokurkumin, yaitu kurkumin berukuran nano yang diekstrak dari kunyit (Utami *et al.*, 2022). Nanokurkumin hadir sebagai solusi potensial karena memiliki sifat anti-inflamasi, antioksidan, dan antikanker dengan bioavailabilitas yang lebih tinggi dibanding kurkumin biasa (Khasanah *et al.*, 2019).

Meskipun nanokurkumin menjanjikan

peningkatan efikasi, terhadap celah krusial dalam memahami faktor yang memengaruhi aktivitasnya (Hanafi *et al.*, 2024). Namun efektivitas antibakteri nanopartikel sangat bergantung pada ukuran partikel yang diformulasikan (Rosyada *et al.*, 2023). Diperkirakan bahwa respons nanokurkumin akan bervariasi antara *Staphylococcus aureus* Gram-positif dan *Escherichia coli* Gram-negatif karena varian dasar kedua bakteri dalam konstruksi dinding sel (Sardjiman *et al.*, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menelusuri bagaimana perbedaan ukuran partikel Nanokurkumin memengaruhi kemampuan daya hambat spesifiknya pada kedua kelompok bakteri ini.

Hasil studi ini, surfaktan polivinilpirolidon (PVP K30) dimanfaatkan untuk membantu proses pembentukan nanokurkumin (Puspita *et al.*, 2022). PVP K30 berperan dalam meningkatkan kemampuan dispersi serta kestabilan senyawa tersebut (Forestryana & Ramadhan, 2020). Pendekatan ini merupakan inovasi baru karena belum pernah diterapkan sebelumnya dalam pengujian terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, sehingga memberikan kontribusi penting bagi pengembangan terapi antimikroba berbasis Kurkumin (Banjarnahor *et al.*, 2025).

Metode ini menunjukkan keunggulan berupa peningkatan aktivitas antimikroba nanokurkumin terhadap bakteri yang diuji. Melalui peningkatan bioavailabilitas kurkumin dengan formulasi berukuran nano, diharapkan hasil yang diperoleh mampu menunjukkan penghambatan yang lebih efektif terhadap pertumbuhan bakteri patogen. Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk menelusuri pengaruh ukuran partikel nanokurkumin terhadap kemampuan daya hambatnya terhadap kedua jenis bakteri tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti ilmiah yang memperkuat potensi nanokurkumin sebagai alternatif terapi yang efisien untuk mengatasi infeksi yang disebabkan oleh bakteri tersebut.

Bahan dan Metode

Metode penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimental laboratorium sejati (*true*

experimental) dengan desain *posttest-only control group*. Variabel independen yang dimanipulasi adalah ukuran nanopartikel kurkumin, yang diperoleh melalui variasi konsentrasi polivinilpirolidon (PVP K30), guna menilai pengaruhnya terhadap kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi cakram (*disc diffusion method*) pada media *Mueller-Hinton Agar* (MHA). Setiap perlakuan dilakukan dalam tiga replikasi untuk memastikan keandalan dan validitas data. Selain itu, penelitian ini juga mengadopsi pendekatan komparatif laboratorik dengan membandingkan efektivitas daya hambat dari berbagai ukuran nanopartikel kurkumin terhadap kedua jenis bakteri tersebut.

Alat dan bahan

Peralatan penelitian ini adalah *evaporator*, *syringe*, *hot plate*, erlenmeyer timbangan analitik, inkubator, lemari sterilisator, sarung tangan latex, kertas HVS, tisu, *hair cap* medis, *plastic wrap*, *aluminium foil*, *vortex mixer*, spritus, pemantik api, jarum ose, kasa steril dan kapas, stiker label rak tabung reaksi, tabung reaksi, pinset logam ujung lancip, *transport swab* (*cotton sterile*), labu erlenmeyer, jangka sorong digital, cawan petri, gelas ukur, dan kaca arloji.

Bahan penelitian ini adalah: (1) serbuk kurkumin dengan kemurnian 78,9% (20,7% adalah *curcuminoid* pendamping, *bisdemethoxycurcumin* dan *demethoxycurcumin*) yang dibeli dari Merck KgaA, Germany, (2) biakan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (3) etanol 70% (C_2H_5OH), (4) *Mueller-Hinton Agar* (MHA), (5) Kertas cakram, dan (6) Polivinilpirolidon K30 (PVP K30).

Penyiapan Prekursor

Penelitian kurkumin dan PVP K30 yang digunakan sebagai bahan dasar (prekursor) dalam proses sintesis nanopartikel kurkumin. Serbuk kurkumin yang di gunakan itu sebanyak 500 mg kemudian dilarutkan dalam 500 mL etanol sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Sementara itu untuk PVP K30 disiapkan dalam tiga variasi konsentrasi, yaitu 1,5 g/mL, 3,0 g/mL, dan 4,5 g/mL, yang dimana masing-masing dilarutkan dalam etanol 70% sambil dilakukan pengadukan dengan menggunakan

magnetic stirrer. Dengan demikian, terdapat satu jenis larutan prekursor kurkumin dan tiga variasi konsentrasi prekursor PVP K30 yang digunakan dalam proses pembentukan nanopartikel kurkumin.

Sintesis Nanopartikel Kurkumin

Nanopartikel kurkumin dibuat dengan memanfaatkan dua jenis prekursor, yaitu prekursor kurkumin dan prekursor PVP K30, menggunakan alat Rotor Stator Homogenizer tipe *High Speed Homogenizer FSH-2A* (Gambar 1) yang digunakan dalam penelitian ini untuk menghasilkan nanopartikel kurkumin. Alat tersebut memiliki diameter rotor sebesar 10 mm, diameter stator 12 mm, serta jarak antara rotor dan stator sekitar 0,05 mm. Alat ini beroperasi dengan memutar rotor berkecepatan tinggi di dalam stator yang diam, menghasilkan gaya geser (*shear force*) yang sangat besar. Jarak antara rotor dan stator diatur sangat sempit, sekitar 0,1 mm, sehingga tercipta gaya hidrodinamik dan turbulensi yang intens pada campuran prekursor. Kondisi ini memungkinkan partikel-partikel dalam larutan prekursor terpecah menjadi ukuran yang sangat kecil, sehingga mencapai skala nanometer.



Gambar 1. Rotor Stator Homogenizer (tipe *High Speed Homogenizer FSH-2A*)

Proses sintesis nanopartikel kurkumin di buat dengan menggunakan perbandingan kurkumin: PVP K30 sebesar 2:1. Langkah awal melibatkan penyiapan dan pelarutan kurkumin dan PVP K30 secara terpisah menggunakan etanol 70% hingga keduanya homogen. Selanjutnya, volume larutan diukur, yaitu 66,6 mL larutan kurkumin dan 33,4 mL larutan PVP

K30, untuk mendapatkan total 100 mL campuran. Campuran ini kemudian dihomogenkan awal pada 7.000 rpm selama 3 menit. Selama homogenisasi awal, larutan kurkumin diteteskan secara perlahan dan teratur ke dalam larutan prekursor PVP K30 dengan laju 110 tetes per menit menggunakan *syringe* berdiameter 0,6 mm. Setelah penetesan, homogenisasi dilanjutkan pada kecepatan yang lebih tinggi, yaitu 10.000 rpm selama 10 menit pada suhu ruang 20° - 25° C, untuk menjamin dispersi nanopartikel yang merata. Tahap akhir Campuran kemudian dievaporasi menggunakan *rotary evaporator* hingga etanol menguap sepenuhnya dan menghasilkan residu kental berisi nanopartikel kurkumin. Metodologi ini digunakan untuk setiap variasi konsentrasi prekursor PVP K30 yang diuji.

Karakterisasi Nanopartikel

Pengukuran diameter partikel pada penelitian ini menggunakan alat *particle size analyzer* (PSA) merek dengan teknik *dynamic light scattering* (DLS).

Sterilisasi Alat

Alat terlebih dahulu dibersihkan hingga benar-benar bebas dari kotoran, kemudian dikeringkan menggunakan tisu. Peralatan yang digunakan berbahan kaca yang tahan terhadap panas disterilkan di dalam lemari sterilisator selama 15–30 menit dengan suhu 120° C setelah sebelumnya dilapisi dengan dengan menggunakan kertas berjenis HVS.

Pembuatan Suspensi Bakteri

Jarum ose digunakan untuk mengisolasi kultur bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, kemudian kuman tersebut disuntikkan ke dalam tabung reaksi berisi 10 mL larutan NaCl fisiologis (0,9%). *Mixer vortex* kemudian digunakan untuk memeriksa homogenitas suspensi dan memastikan mikroba terdistribusi secara merata di dalam pelarut. Setelah homogen, kekeruhan suspensi diatur dan disamakan dengan Standar McFarland 0.5, yang merupakan indikator konsentrasi bakteri optimal. Penyetaraan kekeruhan ini dilakukan hingga mencapai konsentrasi ekuivalen 1.5×10^8 CFU/mL (*colony-forming units per milliliter*).

Pembuatan Media Agar MHA

Media agar MHA dibuat sesuai dengan delapan cawan petri yang digunakan, yang masing-masing menampung 20 mililiter media agar. Langkah-langkah yang tercantum pada kemasan diikuti selama proses persiapan: Larutkan 38 gram bubuk agar dalam 1000 mL air. Berdasarkan perhitungan tersebut, diperlukan 5.38 gram bubuk agar yang dilarutkan dalam 140 mL air. Pelarutan dilakukan dalam labu Erlenmeyer yang dipanaskan di atas *hot plate* sambil terus diaduk hingga larut sempurna. Setelah itu, larutan disterilkan selama 15 menit dalam sterilisator untuk menghilangkan kemungkinan kontaminasi mikrobiologis. Media agar steril ditambahkan ke setiap cawan Petri dalam jumlah yang sama setelah prosedur sterilisasi selesai. Cawan petri kemudian didiamkan hingga media agar mendingin dan mengeras, sehingga terbentuk tekstur kenyal yang diperlukan untuk tahap pengujian berikutnya.

Pembuatan Konsentrasi Larutan

Pembuatan larutan dengan berbagai konsentrasi, kertas cakram yang berdiameter 6 mm akan dicelupkan ke dalam larutan nanokurkumin dan surfaktan PVP K30, kemudian di sesuai dengan tingkat konsentrasi yang diinginkan. Adapun prosedur pembuatan larutan dengan berbagai konsentrasi dilakukan sebagai berikut:

1. 1.5 gram PVP K30 dan kurkumin yang telah dihomogenizer;
2. 3.0 gram PVP K30 dan kurkumin yang telah dihomogenizer; dan
3. 4.5 gram PVP K30 dan kurkumin yang telah dihomogenizer

Larutan yang telah homogen dan mencapai konsentrasi yang diinginkan kemudian digunakan untuk mengimpregnasi kertas cakram. Kertas cakram direndam selama kurang lebih satu menit untuk memastikan penyerapan kurkumin dan PVP K30 yang optimal. Kertas cakram yang telah terserap sempurna ini kemudian disiapkan untuk tahap uji antibakteri.

Pengujian antibakteri dan pengukuran zona hambat

Prosedur pengujian sensitivitas antibakteri dimulai dengan inokulasi bakteri uji

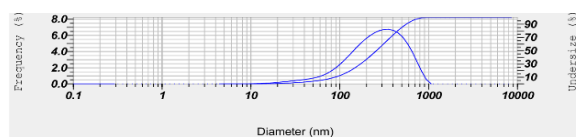
(*Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*). Kapas steril (*cotton swab*) dicelupkan ke dalam suspensi bakteri, kemudian digunakan untuk mengoleskan suspensi tersebut secara merata pada permukaan media *Mueller Hinton Agar* (MHA) di cawan petri. Seluruh langkah ini wajib dilakukan secara aseptis guna memitigasi kontaminasi. Setelah inokulasi, media MHA dibagi menjadi zona penempatan, di mana tiga kertas cakram (berdiameter 6 mm) yang telah diimpregnasi dengan larutan kurkumin (pada berbagai konsentrasi) ditempatkan menggunakan pinset steril bermata runcing. Sebagai kontrol positif validitas pengujian, sebuah cakram yang mengandung antibiotik Meropenem turut diletakkan pada media. Setiap konsentrasi kurkumin yang terukur dilakukan tiga kali replikasi prosedur inokulasi dan implantasi cakram. Setelah itu, cawan petri diinkubasi selama delapan belas jam pada suhu 37°C. Setelah inkubasi, diameter zona inhibisi diukur dengan jangka sorong digital (mm).

Pengaruh Konsentrasi PVP K30 terhadap Diameter Rata-rata Nanopartikel Kurkumin

Hasil pengukuran pada gambar 2 memperlihatkan hasil karakterisasi nanokurkumin, terlihat diameter rata-rata dan standar deviasi nanopartikel kurkumin yang disintesis dengan variasi konsentrasi PVP K30. ketika 1.5 g/mL, 3.0 g/mL, dan 4.5 mL PVP K30 dilarutkan dalam 50 mL etanol, nanopartikel yang terbentuk memiliki ukuran (diameter rata-rata dan standar deviasi) masing-masing 132.2 nm (49.6 nm), 295.2 nm (183.2 nm), dan 20.6 nm (11.5 nm). Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi PVP K30 berkorelasi dengan diameter rata-rata nanopartikel kurkumin yang lebih kecil.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Nanokurkumin (1.5)

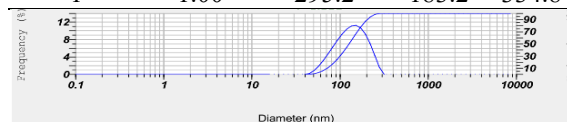
Nomor Puncak	Rasio Luas S.P.	Nilai rata-rata (nm)	S.D	Mode
1	1.00	132.2	49.6	142.2



(a)

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nanokurkumin (3.0)

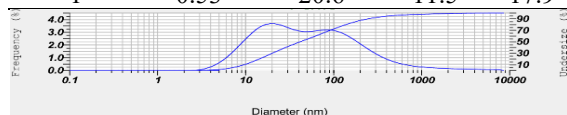
Nomor Puncak	Rasio Luas S.P.	Nilai rata-rata (nm)	S.D	Mode
1	1.00	295.2	183.2	334.8



(b)

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nanokurkumin (4.5)

Nomor Puncak	Rasio Luas S. P.	Nilai rata-rata (nm)	S.D	Mode
1	0.53	20.6	11.5	17.9



(c)

Gambar 2. Diameter rata-rata beserta standar deviasi nanopartikel kurkumin yang disintesis dengan variasi konsentrasi PVP K30, yaitu (a) 1,5 g/mL, (b) 3,0 g/mL, dan (c) 4,5 g/mL, yang masing-masing dilarutkan dalam 50 mL etanol.

Hasil dan Pembahasan

Zona hambat

Penelitian ini mengadopsi sistem klasifikasi yang dirumuskan oleh Davis dan Stout (1971) untuk mengevaluasi efektivitas antibakteri. Klasifikasi ini menyediakan kerangka terstandar untuk mengkategorikan tingkat penghambat pertumbuhan bakteri menjadi empat level berdasarkan diameter zona hambat, seperti yang diilustrasikan pada tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Daya Hambat

Diameter Zona Hambat (mm)	Daya Hambat
>20	Sangat kuat
11-20	Kuat
6-10	Sedang
5	Lemah

Tabel 4 merupakan tabel referensi yang diaplikasikan untuk menganalisis respons penghambatan dari pengulangan eksperimental pada berbagai konsentrasi ekstrak tanaman dan antibiotik komparator (Mahmudah & Atun, 2017). Sistem kategorisasi ini memungkinkan interpretasi kualitatif yang konsisten terhadap data kuantitatif yang diperoleh dari pengukuran zona hambat. Seperti yang terlihat pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 5. Zona Hambat Konsentrasi PVP K30 terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*

Konsentrasi Perlakuan	Zona Hambat (mm)					Rata-Rata Zona Hambat (mm)	Kategori Respon Hambat
	Replika 1	Replika 2	Replika 3	Replika 4	Replika 5		
1.5 PVP K30	4.2	2.4	1.6	0.4	0.2	1.76 ± 1.46	Lemah
3.0 PVP K30	5.7	4.2	3.3	1.8	0.4	3.08 ± 1.84	Lemah
4.5 PVP K30	3.2	2.3	1.4	1.4	0.9	1.00 ± 0.81	Lemah

Berdasarkan temuan pada Tabel 5, zona hambat sebesar 1,76 mm dihasilkan oleh konsentrasi PVP K30 1,5 g/mL, 3,0 g/mL pada konsentrasi 3,08 mm, dan 1,0 mm pada konsentrasi 4,5 g/mL. Klasifikasi yang diberikan untuk ketiga zona hambat yang dihasilkan pada

ketiga dosis PVP K30 adalah penghambatan lemah terhadap kuman *Staphylococcus aureus*. Dengan nilai rata-rata 3,08 mm, zona hambat terbesar dicapai pada konsentrasi PVP K30 3,0 g/mL.

Tabel 6. Zona Hambat Konsentrasi PVP K30 terhadap Bakteri *Escherichia coli*

Konsentrasi Perlakuan	Zona Hambat (mm)					Rata-Rata Zona Hambat (mm)	Kategori Respon Hambat
	Replika 1	Replika 2	Replika 3	Replika 4	Replika 5		
1.5 PVP K30	4.5	1.3	1.2	1.9	1.0	1.98 ± 1.46	Lemah
3.0 PVP K30	3.3	3.2	3.1	2.9	2.5	3.0 ± 1.84	Lemah
4.5 PVP K30	4.4	3.9	3.7	3.3	2.9	3.64 ± 0.51	Lemah

Berdasarkan data pada Tabel 6, zona hambat sebesar 1,98 mm dihasilkan oleh konsentrasi PVP K30 1,5 g/mL, 3,0 mm oleh konsentrasi 3,0 g/mL, dan 3,64 mm oleh konsentrasi 4,5 g/mL. Ketiga zona hambat yang dihasilkan pada tiga dosis PVP K30 tergolong lemah terhadap bakteri *Escherichia coli*. Konsentrasi PVP K30 4,5 g/mL menghasilkan zona hambat terbesar, dengan rata-rata ukuran 3,64 mm.

Lebih lanjut, zona penghambatan lebih tinggi dalam nanokurkumin dalam setiap pengaturan eksperimental. Ini menunjukkan bahwa nanokurkumin adalah agen antimikroba yang lebih efektif daripada kurkumin massal karena nanokurkumin berdifusi lebih cepat daripada kurkumin massal karena ukuran partikelnya yang lebih kecil *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan interval hari.

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas *Staphylococcus aureus*

Konsentrasi	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistik	dk	Sig.	Statistik	Dk	Sig.
Zona hambat	1,5	.197	5	.200	.925	5
	3.0	.143	5	.200	.990	5
	4.5	.285	5	.200	.915	5

Kurkumin merupakan molekul amfipatik dan lipofilik, kurkumin masuk ke dalam lapisan ganda liposom dan meningkatkan permeabilitasnya (Tyagi *et al.*, 2015). Kurkumin menghambat protein permukaan bakteri sortase A dan mencegah adhesi sel ke fibronectin, sehingga bertindak sebagai agen antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* Gram-positif (Sekarini *et al.*, 2020). Kurkumin mengganggu aktivitas GTPase pada protofilamen FtsZ yang berperan penting dalam sitokinesis terkait bakteri

(Perera *et al.*, 2020). Penekanan dinamika pengumpulan FtsZ pada cincin Z menghambat proliferasi bakteri dan, akibatnya, membunuh bakteri (Ortiz *et al.*, 2016; Tyagi *et al.*, 2015; Perera *et al.*, 2020). Selain itu, kurkumin menurunkan sekresi protein PBP2a, yang dikodekan oleh gen *mecA*, dari *Staphylococcus aureus*, yang mengganggu proses sintesis protein dengan merusak RNA (Li *et al.*, 2021).

Kurkumin juga dapat menghambat produksi gen yang terlibat dalam tahap awal

pembentukan biofilm (Sharifian *et al.*, 2020), sehingga memiliki aktivitas anti-biofilm terhadap bakteri (Munir *et al.*, 2022). Kurkumin menghambat virulensi yang bergantung pada quorum sensing (QS) dengan menghambat pembentukan biofilm, mengganggu pensinyalan QS, dan modulasi ekspresi gen dalam jalur pensinyalan QS (Gholami *et al.*, 2020). Kurkumin juga menghambat respons SOS pada bakteri (Munir *et al.*, 2022). Kurkumin menghambat proses perbaikan kerusakan DNA bakteri yang berkontribusi terhadap efek bakteriostatik (Perera *et al.*, 2020). Bakteri menunjukkan beberapa penanda apoptosis seperti akumulasi spesies oksigen reaktif (Sharifi *et al.*, 2020). Gugus fenolik kurkumin berinteraksi dengan lapisan lipopolisakarida terluar bakteri Gram negatif. Bakteri Gram negatif mati akibat melemahnya dan rusaknya dinding sel bakteri akibat berkurangnya konsentrasi peptidoglikan (Pandit *et al.*, 2015).

Hasil penelitian Krausz *et al.*, telah mempelajari mekanisme aktivitas antibakteri kurkumin nanopartikel melalui pencitraan TEM (Krausz *et al.*, 2015). Pencitraan TEM sel *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap metisilin (MRSA) dengan keberadaan

nanopartikel kurkumin telah dengan jelas menunjukkan interaksi nanopartikel dengan membran sel, yang mengakibatkan edema progresif dan lisis sel (Krausz *et al.*, 2015). Awalnya, nanopartikel kurkumin mengubah arsitektur seluler dan edema bakteri. Nanopartikel kurkumin (2-40 nm) memecah lapisan peptidoglikan *Staphylococcus aureus* (700-800 nm) dan menembus ke dalam sel, sehingga menyebabkan gangguan struktur organel sel dan membunuh sel melalui lisis (Meena *et al.*, 2021).

Hasil Analisis Normalitas dan ANOVA

Analisis uji normalitas (Tabel 7) menunjukkan bahwa data zona hambat terhadap *Staphylococcus aureus* terdistribusi secara normal. Karena hasil pada Kolmogorov-Smirnov memiliki nilai 0.200 sedangkan Shapiro-Wilk memiliki nilai 0.560, 0.981, dan 0.497 yang dimana semua hasilnya memiliki nilai signifikansi yang lebih besar dari pada $\alpha=0.05$. Karena data dinyatakan normalitas terpenuhi, sehingga dilanjutkan menggunakan Uji ANOVA Satu Arah sebagai uji statistik parametrik.

Tabel 8. Hasil Analisis ANOVA Satu Arah *Staphylococcus aureus*

	Jumlah Kuadrat	DK	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Antar Kelompok	5.477	2	2.739	1.060	.377
Dalam Kelompok	30.992	12	2.583		
Total	36.469	14			

Hasil analisis ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 1,060 dengan nilai signifikansi $p = 0,377$ ($> \alpha = 0,05$), artinya tidak ada perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan terhadap

Staphylococcus aureus. Dengan demikian, variasi konsentrasi PVP K30 tidak memberikan pengaruh nyata terhadap diameter zona hambat yang dihasilkan.

Tabel 9. Hasil Uji Normalitas *Escherichia coli*

Konsentrasi		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Statistik	dk	Sig.	Statistik	dk	Sig.
zona hambat	1.50	.322	5	.099	.742	5	.025
	3.00	.224	5	.200	.912	5	.482
	4.50	.142	5	.200	.994	5	.991

Analisis uji normalitas (Tabel 9) menunjukkan bahwa data zona hambat terhadap *Escherichia coli* sebagian besar terdistribusi secara normal. Hasil uji Kolmogorov-Smirnov

menunjukkan nilai signifikansi 0.099 dan 0.200, sedangkan hasil uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan nilai 0.025, 0.482, dan 0.991. Karena sebagian besar nilai signifikansi lebih besar daripada $\alpha =$

0.05, data dianggap memenuhi asumsi normalitas, sehingga analisis dilanjutkan menggunakan Uji ANOVA Satu Arah sebagai uji statistik parametri

Tabel 10. Hasil Analisis ANOVA Satu Arah *Escherichia coli*

	Jumlah Kuadrat	DK	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Antar Kelompok	7.009	2	3.505	4.164	.042
Dalam Kelompok	10.100	12	.842		
Total	17.109	14			

Analisis ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dengan nilai $p = 0,042$ ($< \alpha = 0,05$) antar kelompok perlakuan terhadap *Escherichia coli*, dengan nilai F sebesar 4.164 dan signifikan dengan nilai $p < 0.042$. Temuan ini menandakan bahwa variasi konsentrasi PVP K30 berpengaruh nyata terhadap diameter zona hambat, sehingga peningkatan konsentrasi PVP K30 dapat meningkatkan aktivitas antibakteri nanopartikel kurkumin terhadap *Escherichia coli*.

Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa analisis ANOVA, variasi konsentrasi PVP K30 tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap diameter zona hambat pada *Staphylococcus aureus*, dengan nilai F sebesar 1.060 dan nilai signifikan dengan nilai $p = 0.377$ ($> \alpha = 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi PVP K30 dalam rentang yang diuji tidak cukup untuk meningkatkan efektivitas antibakteri nanopartikel kurkumin terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Sebaliknya, pada *Escherichia coli*, variasi konsentrasi PVP K30 memberikan pengaruh yang signifikan terhadap diameter zona hambat, dengan nilai F sebesar 4.164 dan signifikan dengan nilai $p = 0.042$ ($< \alpha = 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi PVP K30 mampu meningkatkan daya hambat nanopartikel kurkumin terhadap *Escherichia coli*. Perbedaan respons kedua jenis bakteri ini kemungkinan disebabkan oleh karakteristik dinding sel yang berbeda antara bakteri Gram-positif (*S. aureus*) dan Gram-negatif (*Escherichia coli*), sehingga efektivitas antibakteri nanopartikel kurkumin lebih terlihat pada bakteri gram negatif yang ada pada *Escherichia coli* dibandingkan *Staphylococcus aureus* yang memiliki gram positif.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti, mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung sehingga penelitian ini boleh berjalan dengan lancar. Ucapan terima kasih disampaikan secara khusus kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan arahan berharganya, serta kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, staf laboratorium, dan Universitas Advent Indonesia yang telah membantu menyediakan fasilitas yang memadai sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Penghargaan terdalem peneliti persembahkan kepada orang tua tercinta atas doa restu dan dukungan yang luar biasa, baik secara mental, spiritual, maupun finansial yang diberikan selama keseluruhan proses penelitian.

Referensi

- Ahmad, Rahwan (2017). Kontaminasi Bakteri *Escherichia Coli* pada Makanan Jajanan Di Pasar Mardika Kota Ambon. 2(1). Dikutip pada 02 Februari 2025 dari DOI: <http://dx.doi.org/10.33846/ghs.v2i1.58>.
- Ardila, Ayu Ismi Chairani, Nurdianti, N., & Fitriyah, N. H (2017). *Fabrikasi Nanopartikel Herbal dalam Tablet Effervescent Menggunakan Metode Solvent Emulsification Diffusion Kombinasi High Speed Homogenizer*. Dikutip pada 22 Februari 2025 dari <https://doi.org/10.33005/semnastek.v1i1.2042>.
- Azis, Abdul (2019). Kunyit (*Curcuma Domestica Val*) Sebagai Obat Antipiretik. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 6(2), 116–120. Dikutip pada 03 Maret 2025 dari <https://doi.org/10.33024/Jikk.V6i2.2265>.

- Banjarnahor, Relina, Cindy Octavia, Dini Izza Angraini, Ratih Dewi Lestari., Jaurani Nurul Putri, Rahayu Diyati, Alvi, Selvi Heriani Putri., & Ashif Irvan Yusuf., (2025). Potential of Bacteria *Escherichia Coli* and *Staphylococcus Aureus* as Degradation Agent Waste Used Oil. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 2068–2074. Dikutip pada 11 Maret 2025 dari <https://doi.org/10.29303/Jbt.V25i2.8956>.
- Buldani, Ahmad, Retno Yulianti, & Pertiwi Soedomo. (2017). Uji Efektivitas Ekstrak Rimpang Bangle (*Zingiber Cassumunar Roxb.*) Sebagai Antibakteri terhadap *Vibrio Cholerae* dan *Staphylococcus Aureus* secara In Vitro dengan Metode Difusi Cakram. Dikutip pada 15 Maret 2025 dari <https://doi.org/10.35328/senit.v1i1.569>.
- Candrawati, Tania Happy, Nurmi Hasbi, & Rosyunita. (2025). Profile of *Staphylococcus Aureus* Originating from Nasal Cavity Swabs of Food Handlers at the University of Mataram Canteen. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 1611–1622. Dikutip pada 18 Maret 2025 dari <https://doi.org/10.29303/Jbt.V25i2.8742>.
- Farida, Helmia, Herawati, MM Hapsari., Harsoyo Notoatmodjo, & Hardian., (2016). Penggunaan Antibiotik Secara Bijak Untuk Mengurangi Resistensi Antibiotik, Studi Intervensi di Bagian Kesehatan Anak RS Dr. Kariadi. *Sari Pediatri*, 10(1), 34. Dikutip pada 19 Maret 2025 dari <https://doi.org/10.14238/Sp10.1.2008.34-41>.
- Febriawan Rahmad (2020). Manfaat Senyawa Kurkumin dalam Kunyit Pada Pasien Diare. Dikutip pada 21 Maret 2025 dari <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.38008/jmh.v2i1.63>.
- Forestryana Dyera, & Hafis Ramadhan (2020). Formulasi Dispersi padat Pentagamavunon-0 (PGV-0) dalam Bentuk Sediaan Hidrogel dengan Kombinasi Basis Polimer Kitosan-Agar-PVP. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 7(1), 67. Dikutip pada 10 April 2025 dari <https://doi.org/10.25077/Jsfk.7.1.66-75.2020>.
- Gholami, M., Zeighami, H., Bikas, R., Heidari, A., Rafiee, F., & Haghi, F. (2020). Inhibitory activity of metal-curcumin complexes on quorum sensing related virulence factors of *Pseudomonas aeruginosa* PAO1. *AMB Express*, 10(1), 111.
- Gunawan Asep Tata, Tegu Widiyanto, Bahri, Bahri, & Lilis Suryani (2022). Survey terhadap Keberadaan Bakteri *Staphylococcus Aureus* di Industri Rumah Tangga Makanan Jajanan Cireng Wilayah Kecamatan Baturraden Kabupaten Banyumas Tahun 2022. Dikutip pada 15 april 2025 dari DOI: <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v4i14.9416>.
- Hanafi Agustin, Hayatunnufus Alifa, Baidluri Anisa Rifa'tul Ulya, Yuan Marcelita, Tania Thirzalia Locarno, Tiara Proboray, & Amara Aulia. (2024). Potensi *Nanourcumin* Sebagai Terapi pada Oral *Squamous Cell Carcinoma* (Tinjauan Literatur). Dikutip pada 17 Februari 2025 dari <https://doi.org/10.21776/ub.eprodenta.2024.008.02.9>.
- Khasanah, Farianti Eko Nur, Patihul Husni, & Fakultas Farmasi Universitas Padjajaran (2019). Review: Nanopartikel Kurkumin Solusi Masalah Kanker dan Antibakteri. 14. Dikutip pada 08 Maret 2025 dari <https://doi.org/10.24198/jf.v14i2.10825>.
- Krausz, A. E., Adler, B. L., Cabral, V., Navati, M., Doerner, J., Charafeddine, R. A., ... & Friedman, A. J. (2015). Curcumin-encapsulated nanoparticles as innovative antimicrobial and wound healing agent. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 11(1), 195-206.
- Krausz, A. E., Adler, B. L., Cabral, V., Navati, M., Doerner, J., Charafeddine, R. A., ... & Friedman, A. J. (2015). Curcumin-encapsulated nanoparticles as innovative antimicrobial and wound healing agent. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 11(1), 195-206.
- Li, Q. Q., Kang, O. H., & Kwon, D. Y. (2021). Study on demethoxycurcumin as a promising approach to reverse methicillin-resistance of *Staphylococcus*

- aureus. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3778.
- Mahmudah Fitri, Lestari, & Sri Atun. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Etanol Temu Kunci (*Boesenbergia Pandurata Roxb*) terhadap Bakteri *Streptococcus Mutans*. *Jurnal Penelitian Saintek*, 22(1), 59. Dikutip pada 12 juni 2025 dari <https://doi.org/10.21831/Jps.V22i1.15380>.
- Marpaung Joy, Ivone Panjaitan. M. S., & Joshua H. L. Tobing (2024). *Comparison of Effectiveness of Clove Flower, Cinnamon Bark, and Star Anise Extract on the Growth of Escherichia Coli Bacteria*. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(4), 1069–1076. Dikutip pada 14 juni 2025 dari <https://doi.org/10.29303/Jbt.V24i4.8068>.
- Meena, M., Zehra, A., Swapnil, P., Harish, Marwal, A., Yadav, G., & Sonigra, P. (2021). Endophytic nanotechnology: an approach to study scope and potential applications. *Frontiers in Chemistry*, 9, 613343.
- Meinitasari Esa, Fitriana Yulastuti, & Setiyo Budi Santoso. (2021). Hubungan Tingkat Pengetahuan terhadap Perilaku Penggunaan Antibiotik Masyarakat. *Borobudur Pharmacy Review*, 1(1), 7–14. Dikutip pada 26 Maret 2025 dari <https://doi.org/10.31603/Bphr.V1i1.4869>.
- Munir, Z., Banche, G., Cavallo, L., Mandras, N., Roana, J., Pertusio, R., ... & Guiot, C. (2022). Exploitation of the antibacterial properties of photoactivated curcumin as ‘green’ tool for food preservation. *International journal of molecular sciences*, 23(5), 2600.
- Novard M. Fardila Arie, Neti Suharti, & Roslaili Rasyid (2019). Gambaran Bakteri Penyebab Infeksi pada Anak Berdasarkan Jenis Spesimen dan Pola Resistensinya Di Laboratorium RSUP Dr. M. Djamil Padang Tahun 2014-2016. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 8(2S), 26. Dikutip pada 25 Maret 2025 dari <https://doi.org/10.25077/Jka.V8i2s.955>.
- Ortiz, C., Natale, P., Cueto, L., & Vicente, M. (2016). The keepers of the ring: regulators of FtsZ assembly. *FEMS microbiology reviews*, 40(1), 57-67.
- Pandit, R. S., Gaikwad, S. C., Agarkar, G. A., Gade, A. K., & Rai, M. (2015). Curcumin nanoparticles: physico-chemical fabrication and its in vitro efficacy against human pathogens. *3 Biotech*, 5(6), 991-997.
- Perera, W. P. T. D., Dissanayake, R. K., Ranatunga, U. I., Hettiarachchi, N. M., Perera, K. D. C., Unagolla, J. M., ... & Pahalagedara, L. R. (2020). Curcumin loaded zinc oxide nanoparticles for activity-enhanced antibacterial and anticancer applications. *RSC advances*, 10(51), 30785-30795.
- Pradana Theophani, Bagas Agung Endro Nugroho, & Ronny Martien (2023). *Systematic Review: Nanopartikel dari Bahan dalam Obat Tradisional Indonesia*. 19. Dikutip pada 10 juni 2025 dari DOI: <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v19i4.91236>.
- Puspita Oktavia Eka, Tamara G. Ebtavanny., & Febyoke A. Fortunata. (2022). Studi Pengaruh Jenis Bahan Pengikat Sediaan Tablet Dispersi Solid Kunyit terhadap Profil Disolusi Ekstrak Kunyit (*Curcuma Domestica*). *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 8(1). Dikutip pada 11 juli 2025 dari <https://doi.org/10.21776/Ub.Pji.2022.008.01.10>.
- Rosalina Vivi, & Rina Nurmaulawati. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Herba Krokot (*Portulaca Oleracea L*) pada Bakteri *Escherichia Coli*. *Pengembangan Ilmu dan Praktik Kesehatan*, 3(3), 136–145. Dikutip pada 04 Mei 2025 <https://doi.org/10.56586/Pipk.V3i3.358>.
- Rosyada Ikvina, Inur Tivani, & Wilda Amananti. (2023). *Uji Antibakteri Sabun Nanopartikel dengan Ag Ekstrak Daun Turi (Sesbania Grandiflora) dengan Metode Dilusi*. Dikutip Pada 09 Mei 2025 dari <https://doi.org/10.31764/justek.v6i4.20131>.
- Sandhiutami Nimade Made. Dwi. RS, Dew Khairani S., & Widyadari S. A. M. (2022). Evaluasi Keamanan dari Pengembangan Formula Nanopartikel Kurkumin pada Mencit dan Potensi Antioksidan In-Vitro evaluasi Keamanan dari

- Pengembangan Formula Nanopartikel Kurkumin pada Mencit dan Potensi Antioksidan In-Vitro. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 20(1), 63. Dikutip pada 18 Februari 2025
<https://doi.org/10.35814/Jifi.V20i1.1187>
- Sardjiman Rahardjoputro, Santoso, J., Ernawati, & Widyaningrum N. R. (2024). Efektivitas Antibakteri Kurkumin dan Asam Tanat terhadap *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli* In-Vitro: *Antibacterial Effectiveness of Curcumin and Tannic Acid Against Staphylococcus Aureus and Escherichia Coli In-Vitro*. *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 7(01), 32–40. Dikutip pada 23 April 2025 dari
<https://doi.org/10.35473/Ijpn.V7i01.2997>
- Sekarini, A. A. A. D., Krissanti, I., & Syamsunarno, M. R. A. (2020). Efektivitas antibakteri senyawa kurkumin terhadap foodborne bacteria: tinjauan curcuma longa untuk mengatasi resistensi antibiotik. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 2(4), 538-547.
- Sharifi, S., Fathi, N., Memar, M. Y., Hosseiniyan Khatibi, S. M., Khalilov, R., Negahdari, R., ... & Maleki Dizaj, S. (2020). Anti-microbial activity of curcumin nanoformulations: New trends and future perspectives. *Phytotherapy Research*, 34(8), 1926-1946.
- Sharifi, S.; Fathi, N.; Memar, M. Y.; Hosseiniyan Khatibi, S. M.; Khalilov, R.; Negahdari, R.; Zununi Vahed, S.; Maleki Dizaj, S. AntiMicrobial Activity of Curcumin Nanoformulations: New Trends and Future Perspectives. *Phytother. Res.* 2020, 34, 1926-1946.
- Sharifian, P., Yaslianifard, S., Fallah, P., Aynesazi, S., Bakhtiyari, M., & Mohammadzadeh, M. (2020). Investigating the effect of nano-curcumin on the expression of biofilm regulatory genes of *Pseudomonas aeruginosa*. *Infection and Drug Resistance*, 2477-2484.
- Sukertiasih Ni Kadek, Fitria Megawati Herleeyana Meriyani, & Dwi Arymbhy Sanjaya D. A. (2021). Studi Retrospektif Gambaran Resistensi Bakteri terhadap Antibiotik. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 7(2), 108–111. Dikutip pada 26 Mei 2025 dari
<https://doi.org/10.36733/Medicamento.V7i2.2177>
- Syakila Syalsa Reiza Putri & Saeful Amin. (2025). Kimia Medisinal dan Perjalanan Obat: dari Desain Molekul Hingga Monitoring Klinis. *Jurnal Riset Ilmu Kesehatan Umum dan Farmasi (JRIKUF)*, 3(4), 84–97. Dikutip pada 18 juni 2025 dari
<https://doi.org/10.57213/Jrikuf.V3i4.880>
- Tyagi, P., Singh, M., Kumari, H., Kumari, A., & Mukhopadhyay, K. (2015). Bactericidal activity of curcumin I is associated with damaging of bacterial membrane. *PloS one*, 10(3), e0121313.
- Utami T. M., Wulandari W. T., & Tuslinah L. (2022). *Karakteristik Nanopartikel Kurkumin dengan Penambahan Eudragit Menggunakan Metode Gelasi Ionik*. 2. Dikutip pada 20 September 2025 dari DOI: <https://doi.org/10.24198/jmei.v6i01.9366>