



Efektivitas Antibakteri Nanokomposit AgNP *Cymbopogon citratus* dengan Penstabil Kitosan terhadap *Streptococcus viridans*

Antibacterial Effectiveness of AgCh Nanocomposite with *Cymbopogon citratus* in Inhibiting the Growth of *Streptococcus viridans*

Johni Halim,¹ Aleceandra A. S. Siahaya,² Komariah,³ Dewi Ranggaini,¹ Rezky Anggraeni³

¹Divisi Fisiologi Departemen Biologi Oral Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

²Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

³Divisi Histologi Departemen Biologi Oral Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: komariah@trisakti.ac.id

Received: October 20, 2025; Accepted: December 7, 2025; Published online: December 12, 2025

Abstract: Nanocomposite is a synthesis of silver nanoparticles (AgNP) with lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus*) stabilized with chitosan. The combination of nanocomposites has synergy in inhibiting bacteria, one of which is *Streptococcus viridans* that causes abscesses in the oral cavity. This study aimed to determine the effectiveness of nanocomposite chitosan AgCh with *C. citratus* in inhibiting the growth of *S. viridans*. This was an in vitro experimental laboratory study with a post-test group control design using disc diffusion for antibacterial test. Samples were divided into eight groups, with several concentrations 6.25 mg/mL, 12.5 mg/mL, 15 mg/mL, 25 mg/mL, and 50 mg/mL, positive control (clindamycin), and negative control (aqueadest and acetic acid). Normality test showed a p-value of >0.05 , which meant data were normally distributed. One-way ANOVA test showed a p-value <0.05 , indicating there was a difference in each treatment. Therefore, further testing was carried out using the Tukey's post hoc. In conclusion, chitosan nanocomposite, AgCh, with *C. citratus* can inhibit the growth of *S. viridans* with the formation of the best inhibition zone at a concentration of 50 mg/mL, followed by concentrations (25, 12.5, 15, and 6.25) mg/mL.

Keywords: nanocomposite; silver nanoparticles; *Cymbopogon citratus*; chitosan; *Streptococcus viridans*; abscess

Abstrak: Nanokomposit ialah sintesis nanopartikel perak (AgNP) dengan daun serai dapur (*Cymbopogon citratus*) yang distabilkan dengan kitosan. Gabungan nanokomposit memiliki sinergitas dalam menghambat pertumbuhan bakteri, salah satunya *Streptococcus viridans* yang menyebabkan abses dalam rongga mulut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas nanokomposit kitosan AgCh dengan *C. citratus* dalam menghambat pertumbuhan *S. viridans*. Jenis penelitian ialah eksperimental laboratorik *in vitro* dengan *post test group control design*. Pengujian antibakteri menggunakan metode difusi cakram. Sampel dibagi dalam delapan kelompok, masing-masing pada konsentrasi 6,25 mg/mL, 12,5 mg/mL, 15 mg/mL, 25 mg/mL, 50 mg/mL, kontrol positif (clindamycin), dan kontrol negatif (akuades dan asam asetat). Hasil uji normalitas menunjukkan $p>0,05$ yang berarti data terdistribusi normal. Uji *oneway* ANOVA menunjukkan nilai $p<0,05$ yang berarti terdapat perbedaan pada setiap perlakuan, sehingga dilakukan uji lanjut dengan menggunakan *post hoc tukey*. Simpulan penelitian ini ialah nanokomposit kitosan, AgCh, dengan *C. citratus* dapat menghambat pertumbuhan *S. viridans* dengan pembentukan zona hambat terbaik pada konsentrasi 50 mg/mL, diikuti oleh konsentrasi (25, 12,5, 15, dan 6,25) mg/mL.

Kata kunci: nanokomposit; nanopartikel perak; *Cymbopogon citratus*; kitosan; *Streptococcus viridans*; abses

PENDAHULUAN

Kesehatan gigi dan mulut memiliki peran penting bagi kesehatan tubuh. Berdasarkan laporan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, sebanyak 56,9% masyarakat Indonesia mengalami masalah kesehatan gigi dan mulut. Kesehatan gigi dan mulut yang tidak terjaga dapat menyebabkan beberapa penyakit, salah satunya yaitu gusi bengkak (abses) dengan prevalensi tertinggi ditemukan pada kelompok usia 45-54 tahun (9,3%).¹ Abses gigi merupakan infeksi odontogenik yang dapat disertai dengan ada atau tidaknya jalan keluar nanah yang terjadi karena peradangan (kronis) dan pada daerah akar gigi (periapikal abses).^{1,2}

Prevalensi abses yang tinggi menandakan masyarakat membiarkan karies atau trauma pada giginya tanpa perawatan sehingga proses inflamasi pada gigi berlanjut menjadi nekrosis pulpa.³ Pulpa yang nekrotik jika dibiarkan tanpa perawatan akan mengeluarkan metabolik toksik menuju apeks akar sehingga memicu reaksi inflamasi pada ligamen periodontal dan jaringan periapikal.³ Ketika peradangan sampai pada tahap akut dan menghasilkan nanah maka terbentuk abses periapikal.³ Sebuah penelitian di Jepang melaporkan bahwa infeksi pada saluran akar yang menyebabkan nekrosis, merupakan 57,14% bakteri anaerob dan 42,86% bakteri aerob.⁴ Salah satu bakteri anaerob penyebab infeksi pulpa maupun saluran akar dalam rongga mulut ialah *Streptococcus viridans* dengan prevalensi 63%.⁴

Perawatan abses periapikal dilakukan dengan mengeliminasi sumber infeksi. Dapat dilakukan insisi drainase pada pembengkakan akibat akumulasi pus, pemberian medikasi intrakanal pada saluran pulpa dengan perawatan endodontik, dan pemberian antibiotik secara sistemik untuk manajemen infeksi yang diberikan secara tunggal maupun kombinasi.⁵ Clindamycin merupakan salah satu antibiotik yang digunakan untuk menangani infeksi yang disebabkan oleh bakteri *S. viridans*, terutama pada pasien dengan alergi terhadap penisilin.^{5,6}

S. viridans merupakan salah satu bakteri yang telah resisten antibiotik, terbukti pada penelitian sebelumnya, dimana bakteri ini menunjukkan resistensi terhadap ampisilin (46,1%) dan tetrakisiklin (34,8%).⁷ Oleh karena itu, diperlukan suatu agen yang dapat mencegah resistensi bakteri terhadap antibakteri. Bahan yang memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri-bakteri yang resisten antibiotik, salah satunya nanokomposit AgCh yang disintesis dengan serai dapur atau *Cymbopogon citratus*.

Telah diketahui bahwa *C. citratus* mengandung sejumlah besar senyawa metabolik sekunder yang terdiri dari alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, minyak atrisi, senyawa fenolik dan konstituen fitokimia lainnya yang memiliki aktivitas farmakologis seperti antiobesitas, antibakteri, antijamur, antinosisif, antioksidan, antidiare dan sifat anti-inflamasi.⁸ Senyawa dari ekstrak dapat berperan dalam proses sintesis cepat, agen penstabil dan pengarah bentuk dari reduksi perak. Senyawa bioaktif tanaman relatif tidak beracun sehingga dapat membantu mengurangi resiko terpapar ion perak.⁹ Sifat nanopartikel perak umumnya tidak stabil sehingga cenderung membentuk agregasi atau aglomerasi.¹⁰

Nanopartikel perak dapat dimodifikasi dengan melapisi polimer, salah satu jenisnya yaitu kitosan, yang dapat bertindak sebagai zat penstabil, mencegah agregasi partikel dan mendorong interaksi antara nanopartikel perak dan sel bakteri, sehingga mendorong aktivitas biologi.¹¹ Kitosan memiliki gugus amina (NH₂) dan hidroksil (OH⁻) di setiap monomernya yang dapat berinteraksi dengan kation logam transisi sehingga mampu bertindak sebagai penstabil nanopartikel perak.¹² Nanokomposit terdiri dari dua atau lebih material padat dengan berbagai fasa, dimana setiap fasa material memiliki struktur satu, dua, atau tiga dimensi dengan ukuran kurang dari atau sama dengan 100 nanometer (nm).¹³ Nanokomposit dibuat dengan menyisipkan nanopartikel perak (*nanofiller*) kedalam sebuah material makroskopik (matriks).¹⁴ Setelah menambahkan nanopartikel perak ke dalam material matriks, nanokomposit yang dihasilkan menunjukkan sifat yang lebih unggul dibandingkan sifat material sebelumnya.¹⁴

Penelitian Rakib et al¹⁵ menyatakan bahwa AgNO₃ yang disintesis dengan ekstrak daun *C. citratus* memiliki aktivitas terhadap bakteri *Vibrio cholera*, dan *Bacillus cereus*. Begum et al¹⁶ membuktikan bahwa nanopartikel perak berbasis kitosan memiliki aktivitas antibakteri terhadap

empat spesies bakteri berbeda yaitu *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, dan *Staphylococcus aureus*, namun hasil sintesis AgNO₃ dan *C. citratus* belum dikompositkan dengan kitosan sebagai bahan penstabil yang dapat meningkatkan aktivitas sebagai antibakteri. Selain itu, penelitian tersebut tidak menggunakan bakteri *S. viridans* yang merupakan bakteri penyebab abses dalam rongga mulut.

Berdasarkan hal-hal yang dikemukakan maka peneliti terdorong untuk melakukan sintesis nanopartikel perak dengan *C. citratus* yang dikompositkan dengan kitosan kumbang tanduk sebagai agen penstabil atau *capping agent* terhadap *S. viridans*.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini ialah eksperimental *in vitro* berupa uji laboratorium dengan *post test control group design*. Sampel penelitian menggunakan biakan bakteri *S. viridans* yang berasal dari Laboratorium Mikrobiologi FK Universitas Yarsi, Jakarta. Teknik pengambilan sampel menggunakan rumus Federer, yaitu $(n-1)(t-1) \geq 15$. Berdasarkan perhitungan rumus Federer, sampel dibagi menjadi delapan kelompok, yaitu lima kelompok nanokomposit pada konsentrasi (6,25; 12,5; 15; 25; dan 50) mg/mL, kelompok positif (clindamycin), dan kelompok negatif (akuades dan asam asetat). Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu: tahap pertama, dilakukan pembuatan ekstrak etanol *C. citratus*; tahap kedua meliputi uji aktivitas antibakteri untuk mengevaluasi efek nanokomposit terhadap pertumbuhan *S. viridans*.

C. citratus pada bagian daunnya dikeringkan dan dilakukan ekstraksi dengan metode maserasi. *C. citratus* kemudian direndam menggunakan etanol 70% hingga diperoleh ekstrak daun *C. citratus* dalam bentuk *crude* kental.¹⁷ Proses sintesis diawali dengan mereaksikan AgNO₃ dan 10 ml ekstrak *C. citratus* lalu ditambah 15 ml kitosan 1% ke dalam larutan AgNO₃ dengan *magnetic stirrer* selama 1 jam dan diaduk sehingga membentuk AgCh. Metode pengujian dalam penelitian ini, yaitu metode difusi cakram. Media *blood agar* (BA) disediakan sebanyak empat cawan Petri dengan 24 kertas cakram, masing-masing lima kertas cakram pada media BA nanokomposit konsentrasi (6,25; 12,5; 15; 25; dan 50) mg/mL, satu kertas cakram diisi dengan clindamycin sebagai kontrol positif, serta dua kertas cakram diisi dengan akuades dan asam asetat sebagai kelompok kontrol negatif.

Pengamatan dilakukan setelah 24, 48, dan 72 jam masa inkubasi. Zona bening merupakan diameter hambat di sekitar kertas cakram yang tidak ditumbuhi bakteri uji karena terkandung senyawa antibakteri. Diameter zona hambat yang terbentuk memiliki ukuran bervariasi, dan diukur menggunakan jangka sorong dengan cara mengukur diameter horizontal dan diameter vertikal dalam satuan milimeter (mm), kemudian hasil yang diperoleh dikurangi dengan diameter kertas cakram 6 mm. Hasil pengukuran zona bening tersebut kemudian diinterpretasikan sesuai klasifikasi daya hambat menurut Davis-Stout. Data selanjutnya diolah dan dianalisis menggunakan uji *One Way ANOVA* yang kemudian dilanjutkan dengan uji *post hoc* Tukey.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1 memperlihatkan hasil uji normalitas menggunakan Shapiro Wilk pada pengamatan 24, 48, dan 72 jam, yang menunjukkan nilai $p > 0,05$, berarti data terdistribusi normal.

Uji *One Way ANOVA* dilakukan untuk mengetahui perbedaan rerata daya hambat pada seluruh kelompok perlakuan. Tabel 2 memperlihatkan hasil uji *One Way ANOVA* dengan nilai $p < 0,05$, yang menunjukkan terdapat perbedaan bermakna pada setiap kelompok perlakuan sehingga dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji *post hoc* Tukey untuk melihat kelompok yang berbeda bermakna. Hasil pengamatan menunjukkan adanya perbedaan bermakna pada zona hambat yang terbentuk baik pada pengamatan 24, 48, dan 72 jam. Pada hasil pengamatan 24 jam, kontrol positif menunjukkan adanya perbedaan bermakna dengan kelompok nanokomposit AgCh yang disintesis dengan *C. citratus* pada konsentrasi 6,25, 12,5 dan 15 mg/mL, dengan pembentukan zona hambat yang lebih besar pada kontrol positif, namun kontrol positif tidak berbeda bermakna dengan kelompok nanokomposit pada konsentrasi 25 dan 50 mg/mL.

Tabel 1. Hasil uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk

Kelompok penelitian	Nilai p 24 jam	48 jam	72 jam
Nanokomposit 6,25 mg/mL	1,000	1,000	1,000
Nanokomposit 12,5 mg/mL	1,000	1,000	1,000
Nanokomposit 15 mg/mL	1,000	1,000	1,000
Nanokomposit 25 mg/mL	1,000	1,000	1,000
Nanokomposit 50 mg/mL	1,000	1,000	1,000
Kontrol positif clindamycin	1,000	1,000	1,000

Tabel 2. Hasil rerata zona hambat *S. viridans*

No	Kelompok (mg/mL)	Zona hambat (mm) ± SD			Nilai p ANOVA
		24 jam	48 jam	72 jam	
1	Kontrol positif clindamycin	25,005 ± 1,165 ^a	24,97 ± 0,76 ^a	25,63 ± 0,27 ^a	
2	Nanokomposit 6,25	15,725 ± 0,675 ^d	15,185 ± 0,255 ^c	15,405 ± 0,415 ^c	
3	Nanokomposit 12,5	21,13 ± 0,52 ^{bc}	20,965 ± 0,155 ^b	20,845 ± 0,035 ^b	<0,05
4	Nanokomposit 15	20,185 ± 1,705 ^c	20,145 ± 1,895 ^b	20,355 ± 1,925 ^b	
5	Nanokomposit 25	23,08 ± 0,23 ^{ab}	22,03 ± 0,02 ^b	22,21 ± 0,34 ^b	
6	Nanokomposit 50	24,63 ± 0,21 ^a	25,41 ± 0,34 ^a	25,675 ± 0,145 ^a	

Keterangan: a-d pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan bermakna

Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa besarnya konsentrasi suatu sampel dapat memengaruhi hasil diameter zona hambat yang dihasilkan. Meskipun tidak terdapat perbedaan secara bermakna, nanokomposit konsentrasi 25 dan 50 mg/mL memperlihatkan zona hambat lebih rendah dibandingkan kontrol positif. Kontrol positif memperlihatkan zona hambat terbesar dibandingkan kelompok lainnya, diikuti oleh kelompok nanokomposit konsentrasi 50, 25, 12,5, 15, dan 6,25 mg/mL. Nanokomposit konsentrasi 50 mg/mL tidak memperlihatkan perbedaan bermakna dengan konsentrasi 25 mg/mL, namun berbeda bermakna dengan kelompok konsentrasi 15, 12,5, dan 6,25 mg/mL.

Pada pengamatan 48 jam, kontrol positif menunjukkan adanya perbedaan bermakna dengan kelompok nanokomposit konsentrasi 6,25, 12,5, 15 dan 25 mg/mL, dengan pembentukan zona hambat yang lebih besar pada kontrol positif. Kontrol positif tidak berbeda bermakna dengan nanokomposit konsentrasi 50 mg/mL namun zona hambat yang terbentuk menunjukkan nanokomposit konsentrasi 50 mg/mL lebih besar dibandingkan kontrol positif. Nanokomposit konsentrasi 50 mg/mL memiliki zona hambat terbesar, diikuti kelompok nanokomposit konsentrasi 25, 12,5, 15 dan 6,25 mg/mL.

Pada pengamatan 72 jam, kontrol positif menunjukkan adanya perbedaan bermakna dengan kelompok nanokomposit konsentrasi 6,25, 12,5, 15, dan 25 mg/mL. Kontrol positif tidak berbeda bermakna dengan nanokomposit konsentrasi 50 mg/mL. Nanokomposit konsentrasi 50 mg/mL membentuk zona hambat yang lebih besar dibandingkan dengan kelompok nanokomposit konsentrasi 6,25, 12,5, 15, dan 25 mg/mL. Kontrol positif membentuk zona hambat yang lebih rendah dibandingkan nanokomposit konsentrasi 50 mg/mL. Hasil rerata pengukuran zona hambat yang terbentuk pada *S. viridans* oleh kelompok penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

BAHASAN

Daun *C. citratus* dibuat ekstrak dengan metode maserasi menggunakan etanol 70%. Metode maserasi dipilih karena paling aman digunakan untuk mengekstraksi bahan alam yang dapat mencegah terjadi kerusakan senyawa metabolit sekunder yang terdapat di dalamnya.¹⁸ Etanol digunakan sebagai pelarut karena adanya ikatan -OH yang bersifat polar sehingga dapat menarik

metabolik sekunder yang bersifat polar dan semipolar.¹⁹ Alasan pemilihan etanol 70% karena toksitas dan titik didih yang rendah (79°C) sehingga dalam proses penguapan hanya memerlukan panas yang lebih sedikit untuk proses pemekatan.

Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa senyawa aktif pada ekstrak batang *C. citratus* memiliki kandungan senyawa metabolik sekunder berupa alkaloid, terpenoid, saponin, flavonoid, dan tannin.²⁰ Senyawa dari ekstrak *C. citratus* dapat berperan dalam proses sintesis nanopartikel perak. Menurut penelitian Qurrataayun et al,⁷ ekstrak *C. citratus* telah berhasil digunakan sebagai bioreduktor untuk mendapatkan nanopartikel perak. Nanopartikel perak memiliki sifat penghantar dan antibakteri yang kuat namun cenderung untuk teraglomerasi, menyebabkan distribusi ukuran partikel koloid tidak merata, sehingga terbentuk endapan dan mengurangi efek antibakteri yang dimiliki.¹² Hasil sintesis nanopartikel perak dengan *C. citratus* kemudian distabilkan dengan kitosan karena memiliki sifat non toksik.

Bakteri yang digunakan pada penelitian ini ialah *S. viridans* yang dibiakkan pada Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Yarsi. Uji aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri *S. viridans* menggunakan metode difusi cakram dengan medium *blood agar* (BA). Metode difusi cakram merupakan pengukuran zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram. Dasar pemilihan metode ini yaitu proses pengujian cepat, mudah, biaya yang relatif murah dan tidak memerlukan keahlian khusus. Uji daya hambat dilakukan berulang dengan pengulangan sebanyak dua kali, kemudian hasil pengulangan tersebut dibagi dua atau diambil nilai rerata.

Hasil pengukuran diameter zona hambat terhadap *S. viridans* menunjukkan bahwa senyawa antibakteri nanokomposit mulai menunjukkan efek penghambat terhadap pertumbuhan *S. viridans* pada konsentrasi 6,25 mg/mL. Nanokomposit konsentrasi 50 mg/mL memiliki kemampuan paling besar dalam menghambat pertumbuhan *S. viridans* diikuti dengan nanokomposit konsentrasi 25 mg/mL, 12,5 mg/mL, 15 mg/mL, dan 6,25 mg/mL. Diameter hambat dari masing-masing konsentrasi mengalami peningkatan sesuai dengan meningkatnya nilai konsentrasi (Tabel 2), sehingga dapat diketahui bahwa besarnya konsentrasi dan diameter hambat memiliki hubungan yang berbanding lurus satu sama lain.²¹

Penelitian Dewi et al mendapatkan adanya kenaikan dan penurunan diameter zona hambat yang tidak sama yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain konsentrasi yang diberikan, kelarutan zat aktif pada ekstrak, kecepatan difusi bahan antimikroba pada media agar, jumlah bakteri yang diinokulasikan, temperatur inkubasi, kepekaan terhadap pertumbuhan bakteri, dan reaksi antara bahan aktif dengan medium.²² Konsentrasi nanokomposit memengaruhi kecepatan difusi zat aktif. Makin besar konsentrasi ekstrak maka makin cepat difusi; akibatnya makin besar daya antibakteri dan makin luas diameter zona hambatan yang terbentuk.²³

Pada penelitian ini asam asetat digunakan juga sebagai pelarut nanokomposit. Untuk memastikan bahwa hasil pengujian disebabkan oleh agen antibakteri (nanokomposit), bukan oleh faktor lain maka digunakan asam asetat sebagai kontrol negatif. Asam asetat memiliki kemampuan untuk menyebabkan hemolisis terutama dalam konsentrasi tinggi. Menurut Musyarifah dan Agus, penetrasi asam asetat sangat cepat dan juga fiksatif yang dapat melisikan eritrosit.²⁴ Oleh karena itu, terlihat adanya hemolisis atau penghancuran sel darah merah (eritrosit) di sekitar kertas cakram yang diteteskan asam asetat.

Kontrol negatif dengan akuades tidak menunjukkan adanya zona bening yang terbentuk, karena tidak adanya kandungan senyawa metabolik sekunder yang mampu menghambat pertumbuhan *S. viridans*. Diameter zona hambat pada kontrol negatif yang menggunakan akuades pada semua kertas cakram tidak terbentuk, yang menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri tidak dipengaruhi oleh faktor pelarut sehingga aktivitas antibakteri merupakan potensi yang dimiliki oleh nanokomposit.²⁵

Clindamycin ialah antibiotik golongan lincosamide yang dapat bekerja sebagai bakteriostatik maupun bakterisidal tergantung konsentrasi obat pada tempat infeksi dan organisme penyebab infeksi.²⁶ Clindamycin aktif melawan organisme terutama bakteri Gram-positif anaerobik namun

tidak efektif melawan bakteri Gram negatif.^{27,28} Mekanisme kerja clindamycin ialah menghambat sintesis protein dengan cara mengikat gigi 50 S sub unit ribosan bakteri.²⁹

Suatu senyawa dikatakan memiliki aktivitas sebagai antibakteri apabila mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme (bakteriostatik) maupun membunuh mikroorganisme (bakterisidal).¹⁶ Beberapa senyawa antibakteri bersifat bakteriostatik pada konsentrasi rendah dan bersifat bakterisidal pada konsentrasi tinggi. Hasil pengamatan menunjukkan besaran diameter rerata zona hambat yang terbentuk pada waktu 24, 48 dan 72 jam, bersifat bakteriostatik pada kelompok nanokomposit konsentrasi 6,25 mg/mL, 15 mg/mL, dan 25 mg/mL, sedangkan kelompok nanokomposit konsentrasi 15 mg/mL, 50 mg/mL dan kontrol positif bersifat bakterisidal.

Mekanisme kerja antibakteri dapat terjadi melalui lima cara, yaitu hambatan sintesis dinding sel, perubahan permeabilitas sel, perubahan molekul asam nukleat, penghambatan kerja enzim, dan penghambatan sintesis asam nukleat dan protein.³⁰ Menurut Adiguna dan Santoso,³¹ kemampuan antibakteri *C. citratus* dikarenakan kandungan fitokimianya terutama tannin, flavonoid, fenol yang bersifat bakterisidal dan fungisidal. Senyawa aktif pada *C. citratus* bekerja dengan cara merusak dinding sel, serta menyebabkan denaturasi protein dengan cara menghambat pembentukan protein sitoplasma dan asam nukleat sehingga menghambat ikatan ATP-ase membran sel. Menurut Atay,³² mekanisme kitosan sebagai antibakteri dengan mengikat dinding sel bermuatan negatif yang menyebabkan gangguan pada sel, sehingga mengubah permeabilitas membran diikuti oleh perlekatan pada DNA yang menyebabkan penghambatan replikasi DNA dan kemudian kematian sel. Nanopartikel perak menempel pada dinding sel bakteri, menembus sel bakteri, dan mengubah berbagai jalur metabolisme. Hal ini menyebabkan stres oksidatif dan kerusakan DNA pada bakteri, yang akhirnya menyebabkan kematian bakteri. Nanopartikel perak terbukti dapat berinteraksi dengan protein yang mengandung sulfur pada dinding sel bakteri, suatu interaksi yang dapat menyebabkan kerusakan struktural dan pecahnya dinding sel.

Sifat antibakteri dapat dibedakan berdasarkan kekuatannya. Kriteria kekuatan antibakteri menurut Davis-Stout terbagi menjadi empat kategori, yaitu daya hambat lemah (<5 mm), sedang (5-10 mm), kuat (10-20 mm), dan sangat kuat (>20 mm).³³ Berdasarkan hasil penelitian ini, nanokomposit kelompok konsentrasi 6,25 mg/mL termasuk dalam kategori kuat, sedangkan konsentrasi 12,5 mg/mL, 15 mg/mL, 25 mg/mL dan 50 mg/mL termasuk dalam kategori sangat kuat (Tabel 2).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nanokomposit dengan konsentrasi 50 mg/mL memiliki pengaruh yang tinggi terhadap pertumbuhan *S. viridans*. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Nugrahani et al,³⁴ yang menyatakan bahwa konsentrasi efektif kitosan terhadap *S. viridans* ialah 50%.

SIMPULAN

Nanokomposit kitosan, AgCh, dengan *Cymbopogon citratus* dapat menghambat pertumbuhan *Streptococcus viridans*, dan zona hambat terbaik pada nanokomposit konsentrasi 50 mg/mL, diikuti oleh kelompok nanokomposit pada konsentrasi (25, 12,5, 15, dan 6,25) mg/mL.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Kesehatan RI. Survei kesehatan Indonesia tahun 2023. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan. 2023. p. 317–24. Available from: <https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/hasil-ski-2023/>
2. Rusinovci S, Sejdini M, Salihu S, StUBLJAR D, Haliti N. Bacteria that cause dentoalveolar abscesses after failed endodontic treatments: a pilot study. *J Int Dent Med Res [Internet]*. 2018;11(3):823–9. Available from: <http://www.jidmr.com/journal>
3. Syifarani S, Adhita HD, Suhardjo S. Penggunaan indeks periapikal dalam menilai penyembuhan abses periapikal setelah perawatan saluran akar. *Padj J Dent Res Student*. 2023;7(1):57–62. Doi: 10.24198/pjdrs.v6i2.40476

4. Wahjuningrum DA, Pramesti HD, Sihombing MR, Devi ZL, Roelianto M, Setyabudi. Chitosan antibacterial activity against *Streptococcus viridans*. MJMHS. 2021;17:54–9. Doi: 10.26538/tjnpr/v6i4.10
5. Sidiqa NA, Atmojo SPS. Penanganan abses periapikal kronis palatal anterior pada gigi insisif lateral rahang atas. JMKG. 2021;10:15–21. Available from: <http://orcid.org/0000-0003-1878-3341>
6. Shweta, Prakash SK. Dental abscess: a microbiological review. J Dent Res. 2013;10(5):585–91. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3858730/>
7. Kim YH, Lee SY. Antibiotic resistance of viridans group streptococci isolated from dental plaques. Biocontrol Sci. 2020;25(3):173–8. Doi: 10.4265/bio.25.173
8. Oladeji OS, Adelowo FE, Ayodele DT, Odelade KA. Phytochemistry and pharmacological activities of *Cymbopogon citratus*: a review. Sci Afr. 2019;6:1–11. Available from: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
9. Qurrataayun S, Rifai Y, Rante H. Sintesis hijau nanopartikel perak (AgNP) menggunakan ekstrak daun serai (*Cymbopogon citratus*) sebagai bioreduktor. MFF. 2022;26(3):124–8. Available from: <http://journal.unhas.ac.id/index.php/mff>
10. Bungan GK, Aritonang HF, Wuntu AD. Pembuatan nanokomposit kitosan/TiO₂/Ag dan analisis aktivitasnya sebagai antibakteri. Chem Prog. 2021;14(1):32–9. Available from: <https://journal.unsrat.ac.id/chemprog>
11. Wulandari IO, Pebriatin BE, Valiana V, Hadisaputra S, Ananto AD, Sabarudin A. Green synthesis of silver nanoparticles coated by water soluble chitosan and its potency as non-alcoholic hand sanitizer formulation. J Mater. 2022;15(13):1–20. Available from: <https://www.mdpi.com/journal/materials>
12. Prasetyaningtyas T, Prasetya AT, Widiarti N. Sintesis nanopartikel perak termodifikasi kitosan dengan bioreduktor ekstrak daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan uji aktivitasnya sebagai antibakteri. Indo J Chem Sci. 2020;9(1):37–43. Available from: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
13. Suyanto H. Biokomposit Starch-Nanoclay: Sintesis dan Karakterisasi. Malang: Universitas Negeri Malang; 2019. Available from: <https://www.researchgate.net/publication>
14. Notriawan D, Nesbah N, Ernis G, Fadhlila MA, Wibowo RH, Pertiwi R, et al. Aktivitas antibakteri membran nanokomposit kitosan/nanopartikel perak. Alchemy. 2021;9(1):26–31. Doi: 10.18860/al.v9i1.11146
15. Rakib-Uz-Zaman SM, Hoque Apu E, Muntasir MN, Mowna SA, Khanom MG, Jahan SS, et al. Biosynthesis of silver nanoparticles from cymbopogon citratus leaf extract and evaluation of their antimicrobial properties. J Chall. 2022;13(1):18. Doi: 10.3390/challe13010018
16. Begum ERA, Shenbagarathai R, Lavanya U, Bhavan K. Sintesis, karakterisasi, dan aktivitas antimikroba nanopartikel perak berbasis kitosan ekstrak. JMBFS. 2023;12(5):3. Doi: 10.55251/jmbfs.4215
17. Felicia F, Komariah K, Kusuma I. Antioxidant potential of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) leaf ethanol extract in HSC-3 cancer cell line. Trop J Nat Prod Res. 2022;6(4):520–8. Doi: 10.26538/tjnpr/v6i4.10
18. Waris MAA, Tri Ambarwanto S. Potensi antibakteri ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmanni* Blume) terhadap *Staphylococcus aureus*. Journal Syifa Sciences and Clinical Research. 2024;6(3). Doi: 10.37311/jsscr.v6i3.28586
19. Rahman IW, Kristian HN, RN RNF, Ka'bah, Dirga A. Potensi ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava*) dalam menghambat pertumbuhan *Serratia marcescens*. Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan. 2022;13(1):14–2. Available from: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jai2>
20. Soraya C, Sunnati, Maulina V. Efek antibakteri ekstrak batang serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap pertumbuhan *Enterococcus Faecalis*. Cakradonya Dent J. 2016;8(2):69–78. Available from: <http://download.garuda.kemdikbud.go.id>
21. Erlyn P. Efektivitas antibakteri fraksi aktif serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Syifa'MEDIKA. 2016;6(2):111. Doi: 10.32502/sm.v6i2.1387
22. Dewi KTA, Kartini, Sukweenadhi J, Avanti C. Physical characteristics and antibacterial activity of silver nanoparticle from green synthesis process using aqueous extract of *plantago major* L. Pharm Sci Res. 2019;6(2):69–81. Doi: 10.7454/psr.v6i2.4220
23. Putri AVAA, Hafida N, Megawati V. Pengaruh daya antibakteri ekstrak daun stevia (*Stevia rebaudiana* bertoni) pada konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40% dan 80% terhadap *Streptococcus mutans* (in vitro). Jurnal Ilmu Kedokteran Gigi. 2017;1(1):9–14. Doi: 10.23917/jikg.v1i1.4147
24. Musyarifah Z, Agus S. Proses fiksasi pada pemeriksaan histopatologik. JKA. 2018;7(3):443. Doi: 10.25077/jka.v7.i3.p443-453.2018
25. Gerung WHP, Fatimawali, Antasionasti I. Aktivitas antibakteri ekstrak daun belimbing botol (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Propionibacterium acne* penyebab jerawat. Pharmacon. 2021;10(4):1087–93. Doi: 10.35799/pha.10.2021.37403
26. Novaryatiin S. Identifikasi bakteri dan resistensinya terhadap antibiotik di poli gigi RSUD dr. Doris Sylvanus Palangka Raya. J Surya Medika. 2016;1(2). Doi: 10.33084/jsm.v1i2.395
27. Kurniawan BD, Agustina D, Efendi E. Efek penambahan vitamin C terhadap aktivitas klindamisin dalam menghambat pertumbuhan *Streptococcus pneumoniae* secara in vitro. JPK. 2018;6(2):378–82. Doi:

10.19184/pk.v6i2.9744

28. Armillei MK, Lomakin IB, Del Rosso JQ, Grada A, Bunick CG. Scientific rationale and clinical basis for clindamycin use in the treatment of dermatologic disease. *Antibiotics (Basel)*. 2024;13(3):270. Doi: 10.3390/antibiotics13030270
29. Aditya R, Kestriani ND, Maskoen TT. Antibiotik empirik di intensive care unit (ICU). *Anesthesia & Critical Care*. 2016;34(1):48-56. Available from: <https://macc.perdatin.org/index.php/my-journal/article/view/91>
30. Wilapangga A, Syaputra S. Analisis antibakteri metode agar cakram dan uji toksisitas menggunakan BSLT (Brine Shrimp Lethality Test) dari ekstrak metanol daun salam (*Eugenia polyantha*). *IJOBB*. 2018;2(2):50-6. Doi: 10.47007/ijobb.v2i2.20
31. Adiguna P, Santoso O. Pengaruh ekstrak daun serai (*Cymbopogon citratus*) pada berbagai konsentrasi terhadap viabilitas bakteri *Streptococcus mutans*. *JKD*. 2017;6(4):1543–50. Doi: 10.14710/dmj.v6i4.18384
32. Atay HY. Antibacterial activity of chitosan-based systems. In: Jana S, Jana S, editors. *Functional Chitosan: Drug Delivery and Biomedical Applications*. Springer; 2020. p. 457–89. Doi: 10.1007/978-981-15-0263-7_15
33. Masykuroh A, Puspasari H. Aktivitas anti bakteri nano partikel perak (Npp) hasil biosintesis menggunakan ekstrak keladi sarawak *Alocasia macrorrhizos* terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *BIOMA*. 2022;7(1):76–85. Doi: 10.20956/bioma.v7i1.19350
34. Nugrahani NA, Kunarti S, Setyowati A. Konsentrasi efektif daya antibiofilm kitosan cangkang udang terhadap *Streptococcus viridans*. *Conservative Dentistry Journal*. 2016;6(2):105–9. Doi: 10.20473/cdj.v6i2.2016.105-109