

Efektivitas Antimikroba Kombinasi Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit (*Curcuma longa* L.) dan Hidroksiapatit dalam Menghambat Pertumbuhan *Streptococcus sobrinus*

Ahmad Hafizullah Ritonga¹, Kristin Eliana Purba², Barita Aritonang³, Herlina⁴, Karnirius Harefa⁵

^{1,2,3,4,5} Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam, Deli Serdang, Sumatera Utara

*ahmad.hafizullah.r@gmail.com; kristineliana@gmail.com; baritaaritonang11@gmail.com;
herlinalbsz@gmail.com; karniharefa74@gmail.com

Received: 19 Maret 2025; Revised: 24 April 2025; Accepted: 29 April 2025

DOI: <https://doi.org/10.52622/jisk.v7i1.01>

Abstract

Background: Dental caries is one of the most prevalent oral health problems worldwide, affecting both children and adults. *Streptococcus sobrinus* plays a major role in caries development by fermenting carbohydrates and producing acids that lead to enamel demineralization. The use of conventional chemical antimicrobials may cause side effects, including disruption of the oral microflora and the development of bacterial resistance. Therefore, natural antimicrobial alternatives are needed. **Objective:** This study aimed to evaluate the antimicrobial effectiveness of a combination of ethanol extract of turmeric rhizome (*Curcuma longa* L.) and hydroxyapatite against *Streptococcus sobrinus*. **Methods:** This experimental study assessed various ratios of turmeric ethanol extract and hydroxyapatite for their effects on the growth of *Streptococcus sobrinus* using the inhibition zone method. Phytochemical screening was also conducted to identify bioactive compounds in the turmeric extract. **Results:** Phytochemical analysis revealed the presence of alkaloids, flavonoids, tannins, and saponins. Antibacterial testing showed inhibition zones of 10.6 mm for turmeric extract, 7.7 mm for hydroxyapatite, and 10.7 mm for the combination at a 3:1 ratio. **Conclusion:** The ethanol extract of turmeric rhizome, when combined with hydroxyapatite, demonstrated inhibitory activity against *Streptococcus sobrinus*, suggesting potential as a natural antimicrobial for dental caries prevention.

Keywords: *Curcuma longa* L., hydroxyapatite, antimicrobial activity, *Streptococcus sobrinus*, dental caries

PENDAHULUAN

Karies gigi merupakan salah satu masalah kesehatan mulut dengan prevalensi tinggi secara global dan berdampak signifikan terhadap kualitas hidup. Proses terjadinya karies berkaitan dengan aktivitas bakteri kariogenik yang memfermentasi karbohidrat menjadi asam, sehingga menyebabkan demineralisasi enamel gigi [1]-[3]. Di antara bakteri tersebut, *Streptococcus sobrinus* memiliki kemampuan tinggi dalam menghasilkan asam serta berperan dalam meningkatkan keparahan karies, terutama pada kondisi lingkungan oral yang kaya gula [4]-[6].

Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian terhadap pemanfaatan bahan alami sebagai agen antimikroba semakin meningkat. Studi menunjukkan bahwa senyawa bioaktif dari tanaman memiliki potensi untuk menghambat bakteri oral. Misalnya, penelitian oleh Memar et al.[7] melaporkan bahwa kurkumin memiliki aktivitas antibakteri dan antibiofilm yang signifikan terhadap bakteri kariogenik melalui gangguan adhesi dan pertumbuhan biofilm. Selain itu, kajian oleh Gloria-Garza et al.[8], menegaskan bahwa berbagai tanaman obat, termasuk rimpang kunyit (*Curcuma longa*), memiliki aktivitas antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan yang berkontribusi dalam pencegahan karies

Di sisi lain, perkembangan biomaterial menunjukkan bahwa hidroksiapatit (HA) memiliki peran penting dalam bidang kedokteran gigi, khususnya dalam pencegahan dan perbaikan kerusakan enamel. Material berbasis HA diketahui mampu mendukung proses remineralisasi dengan menyediakan ion kalsium dan fosfat yang diperlukan untuk menggantikan mineral yang hilang pada enamel, sehingga meningkatkan kekuatan dan ketahanan struktur gigi [9], [10].

Selain berperan dalam remineralisasi, HA juga menunjukkan aktivitas antibakteri melalui kemampuannya menghambat adhesi bakteri pada permukaan gigi. Interaksi antara partikel HA dengan permukaan sel bakteri dapat mengganggu proses kolonisasi dan pembentukan biofilm, yang merupakan tahap awal terjadinya karies [11]-[14]. Dengan demikian, HA tidak hanya berfungsi sebagai agen perbaikan enamel, tetapi juga sebagai komponen yang berkontribusi dalam pengendalian pertumbuhan bakteri oral.

Meskipun berbagai penelitian tersebut telah mengkaji potensi ekstrak etanol rimpang kunyit (EERK) dan HA, sebagian besar studi masih berfokus pada penggunaan bahan tunggal serta lebih banyak menargetkan *Streptococcus mutans*. Kajian yang secara spesifik mengevaluasi efektivitas kombinasi kedua bahan tersebut terhadap *Streptococcus sobrinus* masih sangat terbatas. Selain itu, integrasi antara efek antibakteri dan kemampuan remineralisasi dalam satu pendekatan terpadu belum banyak dilaporkan dalam literatur terkini. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian dalam pengembangan agen antikaries yang tidak hanya berfungsi sebagai antibakteri, tetapi juga mampu mendukung perbaikan struktur enamel secara simultan, khususnya terhadap bakteri spesifik seperti *Streptococcus sobrinus*.

Dalam konteks ini, kombinasi EERK dan HA menawarkan pendekatan yang berbeda, yaitu mengintegrasikan aktivitas antibakteri alami dengan fungsi remineralisasi. Pendekatan ini merepresentasikan kebaruan dalam strategi pencegahan karies, dengan potensi menghasilkan efek sinergis dalam menghambat pertumbuhan bakteri sekaligus memperkuat struktur enamel gigi. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas antimikroba kombinasi EERK dan HAp sebagai alternatif alami dalam pencegahan karies gigi.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi rimpang kunyit (*Curcuma longa* L.), hidroksiapatit (HA), akuades, amil alkohol, asam klorida 2N (HCl 2N), asam klorida pekat (HCl), pereaksi FeCl₃ 1%, etanol 96%, pereaksi Mayer, Dragendorff, dan Bouchardat, serbuk magnesium (Mg), BaCl₂ 1%, H₂SO₄ 1%, media Nutrient Agar (NA), amoksisilin sebagai kontrol positif, serta bakteri *Streptococcus sobrinus*. Peralatan yang digunakan meliputi jangka sorong digital, oven, blender, toples kaca, wadah kaca, neraca analitik, rotary evaporator, water bath, kulkas, cawan porselen, penjepit stainless, beaker glass, gelas ukur, spatula, batang pengaduk, rak tabung reaksi, tabung reaksi, autoklaf, inkubator, mikropipet dan tip, jarum ose, bunsen, cawan petri, labu Erlenmeyer, pinset, serta alat pelindung diri seperti sarung tangan (handscoon) dan masker, serta kamera telepon genggam untuk dokumentasi.

Pembuatan Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit

Serbuk simplisia rimpang kunyit ditimbang sebanyak 300 g, kemudian dimaserasi menggunakan etanol 96% sebanyak 3 L dalam wadah tertutup yang dilapisi aluminium foil. Proses maserasi dilakukan selama 5 hari pada suhu ruang dengan pengadukan sesekali. Setelah itu, campuran disaring menggunakan kertas saring untuk memperoleh filtrat I dan residu I. Residu I kemudian dimaserasi kembali dengan penambahan etanol 96% sebanyak 500 mL selama 2 hari dengan perlakuan yang sama, kemudian disaring untuk memperoleh filtrat II dan residu II. Filtrat I dan filtrat II selanjutnya digabungkan dan diuapkan pelerutnya menggunakan rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak kental rimpang kunyit. Ekstrak yang diperoleh kemudian ditimbang untuk menentukan nilai rendemen dan disimpan dalam wadah kaca tertutup sebelum digunakan untuk pengujian lebih lanjut. Persentase rendemen dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak yang diperoleh}}{\text{Berat simplisia awal}} \times 100\%$$

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak rimpang kunyit, meliputi alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin. Pengujian alkaloid dilakukan dengan mengambil 10 mL sampel, kemudian ditambahkan 1 mL HCl 2 N dan dipanaskan di atas water bath selama 2 menit, lalu larutan dibagi menjadi tiga bagian. Masing-masing bagian diuji menggunakan pereaksi Mayer, Dragendorff, dan Bouchardat. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya endapan putih kekuningan pada pereaksi Mayer, endapan coklat kehitaman pada pereaksi Dragendorff, dan endapan merah bata pada pereaksi Bouchardat [15], [16]. Pengujian flavonoid dilakukan dengan menambahkan serbuk magnesium (Mg) dan HCl pekat ke dalam 10 mL sampel, kemudian dikocok hingga terbentuk perubahan warna merah, kuning, atau jingga sebagai indikator keberadaan flavonoid. Pengujian tanin dilakukan dengan menambahkan 2 tetes larutan FeCl₃ 1%, di mana perubahan warna menjadi biru tua atau hijau kehitaman menunjukkan hasil positif. Sementara itu, pengujian saponin dilakukan dengan memasukkan 0,5 g ekstrak ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 mL kloroform, kemudian dipanaskan selama ±5 menit dalam penangas air sambil dikocok, dilanjutkan dengan penambahan beberapa tetes pereaksi Liebermann–Burchard; terbentuknya cincin coklat atau violet menunjukkan adanya saponin triterpen, sedangkan warna hijau atau biru menunjukkan adanya saponin steroid [7], [17].

Pembuatan Media Agar dan Agar Miring

Media Nutrient Agar (NA) dibuat dengan melarutkan 2 g serbuk NA ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan hingga mendidih menggunakan hot plate yang dilengkapi magnetic stirrer selama ±10 menit hingga larutan homogen. Selanjutnya, media disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah sterilisasi, media didinginkan hingga mencapai suhu sekitar 40–45°C, kemudian dituangkan ke dalam cawan petri dan dibiarkan hingga memadat. Untuk pembuatan agar miring, sebagian media NA yang masih cair sebanyak ±3 mL dituangkan ke dalam tabung reaksi, kemudian tabung diletakkan dalam posisi miring dengan sudut sekitar 30–40° dan dibiarkan hingga media memadat [18], [19].

Pembuatan Kultur dan Suspensi Bakteri *Streptococcus sobrinus*

Kultur awal *Streptococcus sobrinus* dibuat dengan mengambil satu koloni bakteri menggunakan jarum ose steril, kemudian digoreskan pada media Nutrient Agar (NA) miring dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 18–24 jam hingga terbentuk pertumbuhan bakteri. Koloni dari kultur tersebut selanjutnya diambil kembali secara aseptik dan diinokulasikan ke dalam media cair steril, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam untuk memperoleh suspensi bakteri. Suspensi bakteri kemudian disiapkan dengan mengambil satu ose inokulum dari kultur yang telah diinkubasi, lalu dimasukkan ke dalam 10 mL larutan NaCl fisiologis 0,9% dan dikocok hingga homogen. Tingkat kekeruhan suspensi disesuaikan dengan standar McFarland dengan cara membandingkan secara visual terhadap latar belakang putih; apabila kekeruhan belum sesuai, dilakukan penyesuaian dengan menambahkan koloni bakteri atau larutan NaCl 0,9% hingga mencapai kekeruhan yang setara [4]-[6].

Pembuatan Standar Kekeruhan Larutan McFarland

Larutan standar kekeruhan McFarland dibuat dengan mencampurkan 0,05 mL larutan BaCl₂ 1% ke dalam 10 mL larutan H₂SO₄ 1%, kemudian dihomogenkan hingga terbentuk suspensi keruh yang stabil. Larutan ini digunakan sebagai pembanding kekeruhan dalam penyiapan suspensi bakteri. Sebelum digunakan, larutan McFarland harus dihomogenkan kembali untuk memastikan konsistensi kekeruhan saat dilakukan perbandingan dengan suspensi bakteri [4], [5], [20].

Pembuatan Kontrol dan Larutan Uji

Larutan kontrol positif disiapkan dari amoksisilin dengan cara menghaluskan tablet 500 mg hingga homogen, kemudian ditimbang sebanyak 2 g dan dilarutkan dalam 10 mL akuades hingga homogen. Larutan kontrol negatif dibuat menggunakan akuades sebanyak 10 mL tanpa penambahan zat aktif. Larutan uji dibuat dengan melarutkan masing-masing bahan dalam 10 mL akuades, meliputi EERK sebanyak 2 g sebagai perlakuan tunggal, serbuk HA sebanyak 2 g sebagai pembanding. Selanjutnya,

dibuat pula larutan kombinasi antara EERK dan HA dengan variasi perbandingan, yaitu 1:3 (0,5 g EERK: 1,5 g HA), 2:2 (1,0 g EERK: 1,0 g HA), dan 3:1 (1,5 g EERK: 0,5 g HA), yang masing-masing dilarutkan dalam 10 mL akuades hingga homogen. Seluruh larutan uji yang telah disiapkan tersebut kemudian digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus sobrinus* [4]-[6].

Pengujian Aktivitas Antibakteri dan Pengukuran Zona Hambat *Streptococcus sobrinus*

Pengujian aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus sobrinus* dilakukan menggunakan metode difusi cakram. Suspensi bakteri sebanyak 100 μ L diinokulasikan ke dalam cawan petri yang steril, kemudian ditambahkan media Nutrient Agar (NA) steril yang telah didinginkan hingga suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ sebanyak 15 mL, lalu dihomogenkan secara perlahan hingga membentuk pola angka delapan dan dibiarkan hingga memadat. Kertas cakram yang telah direndam ke dalam masing-masing larutan uji serta kontrol positif (amoksisilin) selama 15 menit, kemudian diangkat dan didiamkan selama ± 1 menit, kemudian ditempatkan pada permukaan media yang telah diinokulasi bakteri. Selanjutnya, cawan petri diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Aktivitas antibakteri ditentukan berdasarkan terbentuknya zona hambat berupa area bening di sekitar cakram yang menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan bakteri. Diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong dari tiga arah, yaitu horizontal, vertikal, dan diagonal, kemudian dihitung nilai rata-ratanya dan dinyatakan dalam satuan milimeter. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali (triplo) untuk memastikan keakuratan dan konsistensi data [4], [7], [20].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit

Ekstraksi rimpang kunyit menghasilkan ekstrak kental sebanyak 41 g dari 300 g simplisia, dengan nilai rendemen sebesar 13,6%. Nilai rendemen ini menunjukkan bahwa proses ekstraksi berlangsung dengan baik dan mampu menarik senyawa aktif dalam jumlah yang cukup. Rendemen yang diperoleh mengindikasikan bahwa pelarut etanol 96% efektif dalam mengekstraksi senyawa metabolit sekunder, terutama senyawa polar hingga semi-polar seperti flavonoid dan kurkuminoid. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa rendemen ekstrak kunyit menggunakan etanol berada pada kisaran 10–20% [21], [22]. Dengan demikian, rendemen yang diperoleh dalam penelitian ini masih berada dalam rentang optimal dan menunjukkan bahwa metode ekstraksi yang digunakan cukup efisien. EERK yang dihasilkan selanjutnya digunakan untuk uji skrining fitokimia dan aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus sobrinus*.

Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder dalam EERK. Pengujian ini meliputi identifikasi golongan flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin berdasarkan reaksi spesifik dengan pereaksi tertentu. Hasil pengamatan kualitatif dari uji skrining fitokimia disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit

No	Golongan	Pereaksi	Hasil Pengamatan	Keterangan
1	Flavonoid	Mg + HCl pekat	Terbentuk warna jingga	+
2	Alkaloid	Mayer	Endapan putih kekuningan	+
3	Saponin	Akuades + HCl	Terbentuk busa stabil	+
4	Tanin	FeCl ₃	Warna biru kehitaman/kehijauan	+

Keterangan: (+) mengandung senyawa; (-) tidak mengandung senyawa

Berdasarkan hasil uji skrining fitokimia tersebut, EERK menunjukkan hasil positif terhadap seluruh golongan senyawa yang diuji, yaitu flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin. Keberadaan senyawa metabolit sekunder ini mengindikasikan bahwa EERK ini memiliki potensi biologis yang signifikan, khususnya sebagai agen antibakteri. Senyawa flavonoid diketahui memiliki mekanisme antibakteri melalui kerusakan membran sel dan penghambatan aktivitas enzim bakteri, sedangkan alkaloid dapat

mengganggu metabolisme sel mikroba. Saponin berperan dalam meningkatkan permeabilitas membran sel, sementara tanin mampu mengendapkan protein dan menghambat pertumbuhan bakteri. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa ekstrak *Curcuma longa* mengandung senyawa bioaktif dengan aktivitas antibakteri [23], [24]. Dengan demikian, kandungan metabolit sekunder yang teridentifikasi dalam penelitian ini memperkuat potensi ekstrak rimpang kunyit sebagai sumber senyawa bioaktif yang berperan dalam penghambatan pertumbuhan *Streptococcus sobrinus*.

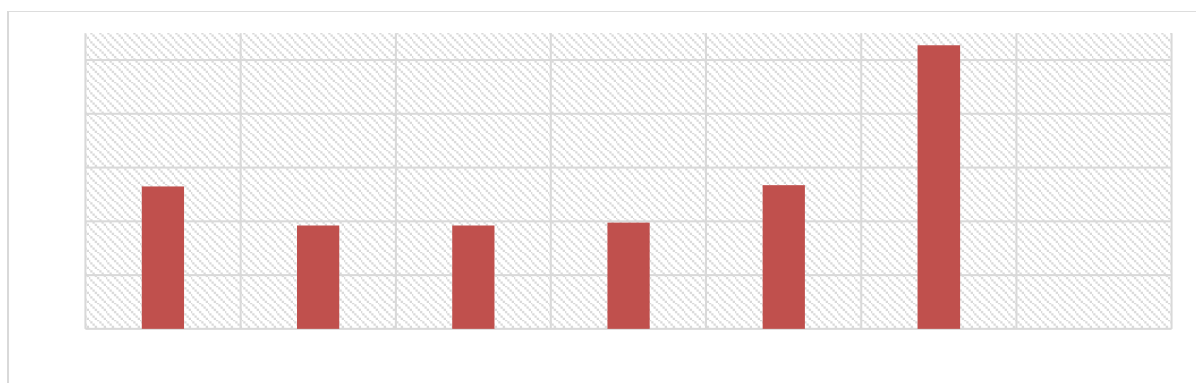
Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit dan Hidroksiapatit terhadap Bakteri *Streptococcus sobrinus*

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan untuk mengetahui kemampuan ekstrak etanol rimpang kunyit (EERK), hidroksiapatit (HA), serta kombinasi keduanya dalam menghambat pertumbuhan *Streptococcus sobrinus* menggunakan metode difusi cakram. Aktivitas antibakteri ditunjukkan melalui terbentuknya zona hambat di sekitar cakram, yang diukur dalam satuan milimeter. Hasil pengukuran diameter zona hambat disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri

Sampel	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	Rata-rata (mm) ± SD	Keterangan
EERK	10,0	10,9	11,0	10,6 ± 0,55	Kuat
HA	7,7	7,8	7,6	7,7 ± 0,10	Lemah
EERK : HA (1 : 3)	8,2	7,3	7,8	7,7 ± 0,45	Lemah
EERK : HA (2 : 2)	7,3	7,5	9,0	7,9 ± 0,25	Lemah
EERK : HA (3 : 1)	9,6	8,9	13,6	10,7 ± 0,53	Kuat
Amoksisilin (+)	21,9	20,5	21,0	21,1 ± 0,70	Sangat kuat
Akuades (-)	0,0	0,0	0,0	0,0 ± 0,00	Tidak aktif

Hasil penelitian menunjukkan bahwa EERK tunggal memiliki aktivitas antibakteri dengan zona hambat rata-rata sebesar 10,6 mm (kategori kuat), sedangkan HA tunggal menunjukkan aktivitas yang lebih rendah dengan rata-rata 7,7 mm (kategori lemah). Kombinasi EERK: HA dengan rasio 1:3 dan 2:2 menghasilkan zona hambat yang relatif kecil (7,7–7,9 mm), sedangkan kombinasi EERK: HA dengan rasio 3:1 menunjukkan peningkatan aktivitas dengan zona hambat sebesar 10,7 mm, bahkan sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak tunggal.



Gambar 1. Rata-Rata Diameter Zona Hambat Bakteri

Peningkatan aktivitas pada rasio 3:1 menunjukkan adanya kecenderungan efek sinergis, di mana dominasi EERK yang kaya akan senyawa aktif seperti flavonoid dan kurkuminoid berperan dalam merusak membran sel bakteri, sementara HA berkontribusi dalam menghambat adhesi bakteri [14], [25]. Namun, pada rasio dengan dominasi HA (**Gambar 1**), efek antibakteri cenderung menurun, menunjukkan bahwa peran utama aktivitas antibakteri lebih dipengaruhi oleh EERK. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa ekstrak *Curcuma longa* memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri oral melalui mekanisme kerusakan membran sel dan penghambatan biofilm

[23], [26], [27]. Sementara itu, HA dilaporkan lebih berperan dalam menghambat adhesi bakteri dibandingkan membunuh bakteri secara langsung, sehingga aktivitas antibakterinya relatif lebih rendah. Sebagai pembanding, kontrol positif amoksisilin menunjukkan zona hambat sebesar 21,1 mm yang termasuk kategori sangat kuat, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan aktivitas antibakteri. Hal ini menegaskan bahwa metode pengujian yang digunakan valid. Secara keseluruhan, kombinasi EERK dan HA, khususnya pada rasio 3:1, menunjukkan potensi sebagai agen antibakteri terhadap *Streptococcus sobrinus*.

Analisis Uji Games–Howell Diameter Zona Hambat

Uji Games–Howell digunakan sebagai uji lanjut (post hoc) setelah ANOVA ketika asumsi homogenitas varians tidak terpenuhi. Uji ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan rata-rata diameter zona hambat antarkelompok perlakuan secara berpasangan. Hasil uji Games–Howell terhadap diameter zona hambat *Streptococcus sobrinus* disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Uji Games–Howell Diameter Zona Hambat

Kelompok	Mean (mm)
Amoksisilin	16,83 ^a
EERK	6,33 ^b
HA	3,40 ^f
EERK + HA (1:3)	3,43 ^{ce}
EERK + HA (2:2)	3,63 ^d
EERK + HA (3:1)	3,23 ^e

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$).

Berdasarkan hasil uji Games–Howell, kelompok amoksisilin menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan seluruh kelompok perlakuan lainnya, yang menegaskan aktivitas antibakteri yang paling kuat. EERK juga menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan dengan hidroksiapatit dan beberapa kombinasi, yang mengindikasikan bahwa ekstrak kunyit memiliki aktivitas antibakteri yang lebih dominan. Sementara itu, kelompok kombinasi EERK dan HA (1:3, 2:2, dan 3:1) umumnya tidak menunjukkan perbedaan signifikan satu sama lain, meskipun secara deskriptif terdapat variasi nilai rata-rata. Hasil ini menunjukkan bahwa efektivitas antibakteri terutama dipengaruhi oleh keberadaan ekstrak rimpang kunyit sebagai komponen utama, sedangkan kontribusi hidroksiapatit lebih bersifat pendukung. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa senyawa aktif dalam *Curcuma longa*, seperti kurkuminoid dan flavonoid, berperan dalam merusak membran sel bakteri dan menghambat pembentukan biofilm, sehingga meningkatkan aktivitas antibakteri [14], [23], [28]. Sebaliknya, hidroksiapatit lebih berperan dalam menghambat adhesi bakteri dan mendukung remineralisasi enamel, sehingga efek antibakterinya relatif lebih rendah [13], [14], [25].

Secara keseluruhan, hasil analisis statistik ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa ekstrak etanol rimpang kunyit memiliki aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap *Streptococcus sobrinus* [4], [6]. Kombinasi dengan HA, khususnya pada rasio tertentu, menunjukkan potensi sebagai pendekatan terapeutik yang tidak hanya menghambat pertumbuhan bakteri tetapi juga berkontribusi pada perlindungan dan perbaikan enamel gigi melalui mekanisme remineralisasi.

KESIMPULAN

Ekstrak etanol rimpang kunyit (*Curcuma longa* L.) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus sobrinus* dengan kategori kuat, didukung oleh kandungan metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin. Hidroksiapatit juga menunjukkan aktivitas antibakteri, meskipun lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak kunyit. Kombinasi ekstrak kunyit dan hidroksiapatit menunjukkan variasi efektivitas, di mana rasio 3:1 memberikan aktivitas antibakteri tertinggi dengan diameter zona hambat sebesar 10,7 mm, sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak tunggal. Hal ini mengindikasikan adanya potensi efek sinergis antara ekstrak kunyit sebagai agen antibakteri utama dan hidroksiapatit sebagai agen pendukung. Secara keseluruhan, kombinasi ekstrak etanol rimpang

kunyit (*Curcuma longa* L.) dan hidroksiapatit efektif dalam menghambat pertumbuhan *Streptococcus sobrinus*, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai alternatif antimikroba alami dalam pencegahan karies gigi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Kimia Organik dan Laboratorium Mikrobiologi Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam atas dukungan fasilitas dan bantuan teknis selama pelaksanaan kegiatan penelitian, khususnya pada proses ekstraksi, skrining fitokimia, dan pengujian aktivitas antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. J. Lee, H.-J. Choi, J. Lee, J. S. Song, K. E. Lee, and C.-M. Kang, "Evaluation of developmental defects of enamel and differential diagnosis from dental caries using quantitative light-induced fluorescence technology: A cross-sectional investigation," *J. Dent.*, vol. 167, p. 106546, 2026, doi: [10.1016/j.jdent.2026.106546](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2026.106546).
- [2] S. Liu, H. Jiang, R. Huang, F. Xu, T. J. Lu, and M. Lin, "Modeling the laser irradiation induced carbonate loss in dental enamel for dental caries prevention," *Transl. Dent. Res.*, vol. 1, no. 3, p. 100038, 2025, doi: [10.1016/j.tdr.2025.100038](https://doi.org/10.1016/j.tdr.2025.100038).
- [3] P. Fang, X. Ye, L. Tian, Y. Chen, X. Li, and H. Hu, "Modified casein-stabilized amorphous calcium phosphate nanoparticles prevent dental caries by inhibiting the growth of *Streptococcus mutans* and promoting the remineralization of tooth enamel," *Colloids Surfaces B Biointerfaces*, vol. 254, p. 114815, 2025, doi: [10.1016/j.colsurfb.2025.114815](https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2025.114815).
- [4] M. Elyassi, L. Babaekhou, and M. Ghane, "Streptococcus mutans and Streptococcus sobrinus contributions in dental caries in Iranian and Afghan children: A report from serotype distribution and novel STs," *Arch. Oral Biol.*, vol. 139, p. 105431, 2022, doi: [10.1016/j.archoralbio.2022.105431](https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2022.105431).
- [5] M. M. Almoudi, A. S. Hussein, N. I. Mohd Sarmin, and M. I. Abu Hassan, "Antibacterial effectiveness of different zinc salts on *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*: An in-vitro study," *Saudi Dent. J.*, vol. 35, no. 7, pp. 883–890, 2023, doi: [10.1016/j.sdentj.2023.07.003](https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2023.07.003).
- [6] N. Wakamatsu, Y. Yoshioka, M. Habu, W. Ariyoshi, and R. Yamasaki, "Surfactin selectively suppresses acidogenicity in *Streptococcus sobrinus* without inhibiting growth or biofilm formation," *J. Oral Biosci.*, vol. 68, no. 2, p. 100756, 2026, doi: [10.1016/j.job.2026.100756](https://doi.org/10.1016/j.job.2026.100756).
- [7] M. Y. Memar, M. Yekani, Y. Rezaei, M. Norouzi, S. Sharifi, and S. M. Dizaj, "Antibacterial Action of Curcumin Nanocrystals on *Streptococcus Mutans*," *Open Dent. J.*, vol. 19, 2025, doi: [10.2174/0118742106370812250313073429](https://doi.org/10.2174/0118742106370812250313073429).
- [8] M. A. Gloria-Garza *et al.*, "Medicinal Plants Against Dental Caries: Research and Application of Their Antibacterial Properties," *Plants*, vol. 14, no. 9, p. 1390, 2025. doi: [10.3390/plants14091390](https://doi.org/10.3390/plants14091390).
- [9] Z. Chen *et al.*, "Recent advances on nanomaterials for antibacterial treatment of oral diseases," *Mater. Today Bio*, vol. 20, p. 100635, 2023, doi: [10.2174/0118742106370812250313073429](https://doi.org/10.2174/0118742106370812250313073429).
- [10] A. H. Ritonga, V. Sisca, B. Aritonang, D. Meilani, G. E. Putri, and E. W. B. Siahaan, "Integrated PLA/LLDPE nanocomposites with compatibilizer and hydroxyapatite-zinc oxide: Mechanical, physical, thermal, and morphological properties," *South African J. Chem. Eng.*, vol. 52, pp. 1–7, 2025, doi: [10.1016/j.sajce.2025.01.005](https://doi.org/10.1016/j.sajce.2025.01.005).
- [11] M. Kashi, M. Varseh, Y. Hariri, Z. Chegini, and A. Shariati, "Natural compounds: new therapeutic approach for inhibition of *Streptococcus mutans* and dental caries," *Front. Pharmacol.*, vol. 16, p. 1548117, 2025, doi: [10.3389/fphar.2025.1548117](https://doi.org/10.3389/fphar.2025.1548117).
- [12] I. H. Suparto and E. Kurniawan, "Synthesis and Characterization of Hydroxyapatite-Zinc Oxide (HAp-ZnO) as Antibacterial Biomaterial," in *IOP conference series: materials science and engineering*, IOP Publishing, 2019, p. 12011. doi: [10.1088/1757-899X/599/1/012011](https://doi.org/10.1088/1757-899X/599/1/012011).
- [13] P. Kushram, U. Majumdar, and S. Bose, "Hydroxyapatite coated titanium with curcumin and epigallocatechin gallate for orthopedic and dental applications," *Biomater. Adv.*, vol. 155, p.

- 213667, 2023, doi: [10.1016/j.bioadv.2023.213667](https://doi.org/10.1016/j.bioadv.2023.213667).
- [14] S. Sebastiammal *et al.*, “Curcumin-encased hydroxyapatite nanoparticles as novel biomaterials for antimicrobial, antioxidant and anticancer applications: A perspective of nano-based drug delivery,” *J. Drug Deliv. Sci. Technol.*, vol. 57, p. 101752, 2020, doi: [10.1016/j.jddst.2020.101752](https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.101752).
- [15] K. Harefa, B. Aritonang, and A. H. Ritonga, “Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Markisa Ungu (*Passiflora Edulis Sims*) Terhadap Bakteri *Propionibacterium Acnes*,” *J. Multidisiplin Madani*, vol. 2, no. 6, pp. 2743–2758, 2022, doi: [10.55927/mudima.v2i6.469](https://doi.org/10.55927/mudima.v2i6.469).
- [16] E. J. K. Barus, A. H. R. Herlina, and H. Herlina, “Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Sikkam (*Bischofia javanica Blume*) dan Precipitated Calcium Carbonate (PCC) terhadap Mencit (*Mus musculus*),” *J. Dunia Farm.*, vol. 8, no. 3, pp. 192–207, 2024, doi: [10.33085/jdf.v8i3.6125](https://doi.org/10.33085/jdf.v8i3.6125).
- [17] U. A. Sijabat, A. H. Ritonga, and H. Y. Harahap, “Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Gedi (*Abelmoschus manihot L.*) Terhadap Mencit Putih Jantan (*Mus musculus*),” *Forte J.*, vol. 4, no. 2, pp. 345–353, 2024, doi: [10.51771/fj.v4i2.913](https://doi.org/10.51771/fj.v4i2.913).
- [18] A. H. Ritonga, I. Santika, H. Y. Harahap, and B. Aritonang, “Antibacterial Activity of Taro Leaves Extract Combined with ZnO and Organo-ZnO Against *Staphylococcus aureus*,” *Forte J.*, vol. 5, no. 1, pp. 137–146, 2025, doi: [10.51771/fj.v5i1.1197](https://doi.org/10.51771/fj.v5i1.1197).
- [19] A. Eso, S. A. Mulyawati, and E. Rahmawati, “Uji Daya Hambat Fraksi N-Heksan dan Etil Asetat Rumput Laut Cokelat (*Sargassum sp.*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* (Inhibitory Effect of N-Hexane and Ethyl Acetate Fraction of *Sargassum sp.* Seaweeds against *Staphylococcus aureus*),” *Medula*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, 2020, doi: [10.46496/medula.v7i1.11829](https://doi.org/10.46496/medula.v7i1.11829).
- [20] A. F. Akbar and S. E. Cahyaningrum, “Characterization and Anti-Bacterial Activity Testing of the Nano Hydroxyapatite-Clove (*Eugenia Caryophyllus*) Against *Streptococcus Mutans Bacteria*,” *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2022, doi: [10.15294/ijcs.v11i1.51037](https://doi.org/10.15294/ijcs.v11i1.51037).
- [21] L. I. R. Sihotang, G. I. Dalimunthe, M. S. Lubis, and R. Yuniarti, “Formulasi eyeshadow kombinasi umbi bit (*Beta vulgaris L.*) dan rimpang kunyit (*Curcuma longa L.*) dalam perbandingan ekstrak dan nanoekstrak,” *J. Pharm. Sci.*, vol. 7, no. 4, pp. 776–795, 2024. doi: [10.36490/journal-jps.com](https://doi.org/10.36490/journal-jps.com).
- [22] Y. Susanto, F. A. Solehah, A. Fadya, and K. Khaerati, “Potensi kombinasi ekstrak rimpang kunyit (*Curcuma longa L.*) dan kapur sirih sebagai antiinflamasi dan penyembuh luka sayat,” *J Pharm Sci*, vol. 8, no. 1, p. 33, 2023. doi: [10.20961/jpscr.v8i1.60314](https://doi.org/10.20961/jpscr.v8i1.60314).
- [23] P. Degot, V. Huber, D. Touraud, and W. Kunz, “Curcumin extracts from *Curcuma Longa* – Improvement of concentration, purity, and stability in food-approved and water-soluble surfactant-free microemulsions,” *Food Chem.*, vol. 339, p. 128140, 2021, doi: [10.1016/j.foodchem.2020.128140](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128140).
- [24] H.-B. Lee *et al.*, “*Curcuma longa* rhizome extract activates brown adipocytes and inhibits lipogenesis in high-fat diet-fed mice,” *J. Funct. Foods*, vol. 122, p. 106490, 2024, doi: [10.1016/j.jff.2024.106490](https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106490).
- [25] Y.-J. Liang *et al.*, “Curcumin-loaded hydrophobic surface-modified hydroxyapatite as an antioxidant for sarcopenia prevention,” *Antioxidants*, vol. 10, no. 4, p. 616, 2021, doi: [10.3390/antiox10040616](https://doi.org/10.3390/antiox10040616).
- [26] Y. Shi *et al.*, “Ethanol extracts from twelve *Curcuma* species rhizomes in China: Antimicrobial, antioxidative and anti-inflammatory activities,” *South African J. Bot.*, vol. 140, pp. 167–172, 2021, doi: [10.1016/j.sajb.2021.04.003](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.04.003).
- [27] S. Samran and G. I. Dalimunthe, “The formulation of dry curcuma (*Curcuma xanthorrhiza Roxb.*) extract microcapsules by spray wet microencapsulation techniques,” *Asian J Pharm Clin Res*, vol. 11, no. 3, pp. 226–229, 2018, doi: [10.22159/ajpcr.2018.v11i3.22608](https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i3.22608).
- [28] P. Y. Talouki, R. Tamimi, and S. G. Rudi, “A comprehensive review of curcumin-based scaffolds in cartilage tissue engineering,” *Stem Cell Res. Ther.*, vol. 16, no. 1, p. 528, 2025, doi: [10.1186/s13287-025-04672-0](https://doi.org/10.1186/s13287-025-04672-0).