

Pengaruh Penambahan Ekstrak Akar Manis (*Glycyrrhiza glabra* L.) terhadap Aktivitas Antibakteri Permen Eritritol

Effect of Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) Extract Addition on the Antibacterial Activity of Erythritol Candy

Azizah Almisykatu Salaf^{1*}, Dwi Sarbini¹, Eni Purwani¹

Correspondensi e-mail: azizaz.misyka24@gmail.com

¹Program Studi Ilmu Gizi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

ABSTRAK

Karies gigi merupakan salah satu penyakit infeksi kronis yang masih menjadi masalah kesehatan global terutama akibat aktivitas bakteri *Streptococcus mutans* yang mampu membentuk biofilm. Upaya pencegahan dapat dilakukan melalui penggunaan bahan alami non-kariogenik salah satunya eritritol yang memiliki sifat anti-biofilm dan kombinasi dengan ekstrak akar manis (*Glycyrrhiza glabra* L.) yang mengandung senyawa antibakteri seperti flavonoid dan saponin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi antibakteri permen eritritol dengan penambahan ekstrak akar manis terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans* secara in vitro. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan empat konsentrasi ekstrak akar manis (0%, 2%, 3%, dan 5%), kontrol positif (ampicillin) dan kontrol negatif (aquadest). Uji antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi sumuran dan diameter zona hambat dianalisis statistik dengan uji Kruskal-Wallis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak akar manis dalam permen eritritol cenderung meningkatkan diameter zona hambat dari $1,00 \pm 0,70$ mm (2%) menjadi $3,25 \pm 1,76$ mm (5%), meskipun secara statistik tidak menunjukkan perbedaan signifikan ($p > 0,05$). Kombinasi eritritol dan ekstrak akar manis menunjukkan potensi penghambatan pertumbuhan *Streptococcus mutans* meskipun masih lemah. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan konsentrasi efektif (MIC), menguji aktivitas antibiofilm, serta melakukan uji in vivo guna memastikan efektivitas formulasi dalam kondisi fisiologis yang sebenarnya.

INFO ARTIKEL

ORIGINAL RESEARCH

Submitted: 20 10 2025

Accepted: 05 12 2025

Kata Kunci:

Aktivitas Antibakteri, Ekstrak Akar Manis, Karies Gigi, Permen Eritritol, *Streptococcus mutans*

Copyright (c) 2024 Authors.

Akses artikel ini secara online



Quick Response Code

ABSTRACT

Dental caries is a chronic infectious disease that remains a major global health problem, primarily caused by *Streptococcus mutans*, a bacterium capable of forming dental biofilms. Preventive strategies can be developed through the use of natural non-cariogenic agents such as erythritol which exhibits anti-biofilm properties and licorice root (*Glycyrrhiza glabra* L.), which contains antibacterial compounds including flavonoids and saponins. This study aimed to evaluate the in vitro antibacterial potential of erythritol candy supplemented with licorice root extract against *Streptococcus mutans*. The study employed a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatments with different concentrations of licorice root extract (0%, 2%, 3%, and 5%), along with a positive control (ampicillin) and a negative control (distilled water). Antibacterial activity was assessed using the well diffusion method and the inhibition zone diameters were analyzed statistically using Kruskal-Wallis test. The results showed that increasing the concentration of licorice root extract tended to enhance antibacterial activity with inhibition zones ranging from 1.00 ± 0.70 mm (2%) to 3.25 ± 1.76 mm (5%), although the differences were not statistically significant ($p > 0.05$). In conclusion, erythritol candy containing licorice root extract demonstrated potential antibacterial activity against *Streptococcus mutans*, although the effect was relatively weak. Further studies are recommended to determine the Minimum Inhibitory Concentration (MIC), evaluate anti-biofilm activity, and conduct in vivo testing to confirm its effectiveness under physiological conditions.

Keywords: Dental Caries, *Streptococcus Mutans*, Antibacterial Activity, Erythritol Candy, Licorice Root Extract

PENDAHULUAN

Karies gigi merupakan penyakit infeksi kronis yang paling sering dijumpai di seluruh dunia dan menjadi masalah kesehatan masyarakat global (Pitts et al., 2021). Penyakit ini ditandai dengan kerusakan jaringan keras gigi akibat proses demineralisasi yang disebabkan oleh aktivitas bakteri dalam biofilm (plak) terutama *Streptococcus mutans* (Warreth, 2023). *Streptococcus mutans* merupakan bakteri Gram positif fakultatif anaerob yang menjadi mikroorganisme utama penyebab karies gigi (Abobakr et al., 2022). Bakteri ini memiliki kemampuan tinggi dalam berkolonisasi pada permukaan gigi dan membentuk biofilm (plak) melalui produksi eksopolisakarida dari sukrosa dengan bantuan enzim glikosiltransferase (Gtf). Eksopolisakarida tersebut berfungsi sebagai perekat yang memperkuat struktur biofilm, meningkatkan kemampuan bakteri menempel pada permukaan enamel, dan menciptakan lingkungan mikro yang mendukung pertumbuhan bakteri asidogenik lainnya (Wang et al., 2022).

Ketika terdapat asupan karbohidrat yang berlebih terutama dari jenis gula sederhana seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa, *Streptococcus mutans* akan memetabolisme gula-gula tersebut sebagai sumber energi utamanya melalui proses glikolisis untuk menghasilkan energi dan produk samping berupa asam. Melalui serangkaian reaksi enzimatik, gula diubah menjadi asam laktat dan asam organik lainnya yang bersifat kuat menurunkan pH lingkungan mikro pada permukaan gigi. Penurunan pH ini dapat mencapai nilai di bawah batas kritis, yaitu sekitar 5,5 di mana mineral enamel mulai kehilangan kestabilannya (Chismirina et al., 2021). Kondisi ini meningkatkan kerentanan terhadap pembentukan karies sekunder karena permukaan yang kasar dan porus memudahkan adhesi bakteri kariogenik serta retensi biofilm (plak). Akumulasi biofilm tersebut memperburuk kondisi asam lokal dan mempercepat proses demineralisasi lebih lanjut hingga menembus lapisan dentin (Ando et al., 2018).

Laporan *Global Oral Health Status Report 2022* menyebutkan bahwa karies gigi sulung memiliki prevalensi global rata-rata 43%, sedangkan karies gigi permanen mencapai 29% dengan total lebih dari 2 miliar kasus di seluruh dunia. Sebagian besar kasus karies yang tidak tertangani ditemukan di negara berpendapatan menengah yang menghadapi keterbatasan sumber daya dan layanan kesehatan gigi. Kondisi ini menunjukkan bahwa karies masih menjadi beban kesehatan masyarakat global yang memerlukan strategi pencegahan efektif dan berkelanjutan, termasuk melalui pengembangan bahan alami yang berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri penyebab karies (*World Health Organization*, 2022).

Salah satu pendekatan pencegahan karies yang dapat dikembangkan adalah melalui penggunaan pemanis non-kariogenik seperti eritritol yang memiliki rasa manis hampir setara dengan sukrosa tetapi tidak dapat difermentasi oleh *Streptococcus mutans*. Eritritol merupakan poliol alami dengan berat molekul rendah yang secara metabolik stabil di rongga mulut, sehingga tidak menghasilkan asam yang dapat menurunkan pH mulut. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa konsumsi eritritol dapat menurunkan jumlah bakteri kariogenik, menghambat pembentukan biofilm, serta meningkatkan pH saliva yang mendukung proses remineralisasi enamel (Jain & Mathur, 2022; Kõljalg et al., 2020).

Penelitian lain menunjukkan bahwa eritritol memiliki efek penghambatan terbaik terhadap pembentukan biofilm dibandingkan dengan poliol lain seperti sorbitol dan xylitol. Pada konsentrasi 5% eritritol secara signifikan menurunkan pembentukan biofilm *Streptococcus mutans*, yaitu dengan menekan pembentukan plak sekaligus mengurangi jumlah bakteri kariogenik. Hasil ini mengindikasikan bahwa kombinasi penggunaan eritritol dapat menjadi strategi efektif dalam mencegah karies sekunder dengan cara menurunkan kolonisasi bakteri dan memperkuat perlindungan permukaan gigi terhadap demineralisasi (Staszczuk et al., 2020).

Untuk meningkatkan efektivitas permen dalam mencegah karies gigi, eritritol dikombinasikan dengan ekstrak tanaman berkhasiat antimikroba yaitu akar manis (*Glycyrrhiza glabra* L.). Tanaman akar manis (*Glycyrrhiza glabra* L.) dikenal luas sebagai sumber bahan alami dengan aktivitas terapeutik yang beragam termasuk efek antibakteri. Kandungan utamanya berupa glycyrrhizin, triterpenoid, saponin, berbagai jenis flavonoid, serta beberapa senyawa aktif seperti glabridin, licochalcone A, isoliquiritigenin, dan licoricidin yang berperan penting dalam aktivitas biologisnya, dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen, merusak struktur membran sel bakteri, serta menginterferensi proses pembentukan biofilm. Dengan berbagai mekanisme tersebut, akar manis berpotensi besar dimanfaatkan dalam formulasi obat herbal dan produk perawatan mulut untuk menekan perkembangan bakteri penyebab karies gigi (Wahab et al., 2021). Studi in vitro sebelumnya menunjukkan bahwa *Streptococcus mutans* menunjukkan sensitivitas terhadap ekstrak etanol akar manis pada konsentrasi 50 mg/mL, 35 mg/mL, 30 mg/mL, 20 mg/mL, dan 12,5 mg/mL,

sementara resistensi mulai terlihat pada konsentrasi 10 mg/mL hingga 1,25 mg/mL, dengan konsentrasi inhibisi minimal (MIC) sekitar 12,5 mg/mL (Malvania et al., 2019).

Sebagian besar studi fokus pada uji ekstrak tunggal atau pemanis murni tanpa mengeksplorasi sinergi antara eritritol atau poliol lain dan ekstrak tanaman obat seperti *Glycyrrhiza glabra*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi permen eritritol dengan penambahan ekstrak akar manis (*Glycyrrhiza glabra* Linn.) sebagai pangan fungsional yang bermanfaat untuk mencegah karies gigi.

METODE

Bahan

Eritritol diperoleh dari Greenara.id dan serbuk simplisia akar manis diperoleh dari Herbadream Surakarta. *Streptococcus mutans* ATCC 25175 diperoleh dari Laboratorium Riset Terpadu Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada. Media untuk pertumbuhan bakteri diperoleh dari Nitrakimia, Yogyakarta. Perasa makanan (*Pondan*) didapat dari supermarket di Surakarta.

Alat

Alat Pembuatan Ekstrak Akar Manis

Alat yang digunakan dalam pembuatan ekstrak akar manis meliputi timbangan digital, gelas beker, waterbath, pengaduk, kertas saring, *rotary evaporator*.

Alat Pembuatan Permen

Alat yang digunakan dalam pembuatan permen meliputi timbangan digital, kompor, teflon, spatula, termometer digital dan cetakan permen.

Alat Uji Aktivitas Antibakteri

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi autoklaf, mikroskop, *object glass*, timbangan analitik, cawan porselen, cawan Petri, pembakar *bunsen*, gelas beker, dan labu Erlenmeyer.

Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Penelitian ini merupakan studi kuantitatif dengan rancangan penelitian *Rancangan Acak Lengkap* (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan penambahan ekstrak akar manis pada permen dengan variasi konsentrasi akar manis 0%, 2%, 3%, dan 5%. Variasi konsentrasi mengacu pada penelitian Malvania et al. Sebagai kontrol positif digunakan ampicillin 10 µg dan kontrol negatif berupa aquadest. Setiap perlakuan dilakukan dalam dua kali ulangan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni hingga Agustus 2025.

Prosedur penelitian diawali dengan determinasi tanaman untuk memastikan bahwa simplisia yang digunakan benar merupakan akar manis (*Glycyrrhiza glabra* L.). Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi sumuran untuk mengukur daya hambat pertumbuhan *Streptococcus mutans*.

Data hasil pengujian dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26 dengan tingkat signifikansi ($p < 0,05$). Analisis dilakukan menggunakan uji non-parametrik Kruskal-Wallis untuk mengetahui adanya perbedaan rata-rata antarperlakuan. Apabila hasil Kruskal-Wallis menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan *Dunn's Post Hoc Test with Bonferroni Correction* untuk mengidentifikasi perbedaan antarperlakuan. Sebaliknya, apabila tidak terdapat pengaruh yang signifikan, maka tidak dilakukan uji lanjut.

Pembuatan Ekstrak Akar Manis

Proses pembuatan ekstrak akar manis diawali dengan determinasi tanaman di Laboratorium Biologi Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta untuk memastikan spesies tanaman yang digunakan adalah *Glycyrrhiza glabra* L. Selanjutnya, proses ekstraksi dilakukan di UPT Laboratorium Herbal Mitra Medika, Batu. Sebanyak 200 gram serbuk akar manis dimaserasi menggunakan pelarut etanol 70% dengan perbandingan bahan terhadap pelarut 1:10 (b/v). Proses maserasi dilakukan selama 24 jam pada suhu ruang, diaduk 2 jam sekali. Hasil maserasi kemudian disaring menggunakan kertas saring, dan filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan *rotary evaporator* selama ± 2 jam hingga diperoleh ekstrak kental.

Pembuatan Sampel Permen Eritritol dengan Penambahan Ekstrak Akar Manis

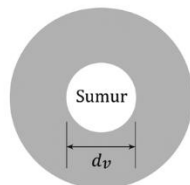
Pembuatan sampel permen diawali dengan menimbang eritritol sebanyak 50 gram, eritritol yang sudah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam teflon dan dipanaskan di atas kompor pada api kecil dengan suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ hingga meleleh. Setelah eritritol meleleh, ditambahkan air sebanyak 20 mL dan perasa makanan sebanyak tiga tetes, kemudian diaduk secara perlahan hingga seluruh bahan tercampur. Pemanasan menggunakan kompor pada api kecil dilanjutkan hingga suhu mencapai 138–

140°C, lalu pemanasan dihentikan dan bahan didinginkan selama 30–40 detik. Selanjutnya, Penambahan ekstrak akar manis dilakukan dengan membagi bahan dasar ke dalam empat kelompok perlakuan. Setiap kelompok kemudian diberi ekstrak akar manis sesuai konsentrasi perlakuan, yaitu 0% (tanpa penambahan), 2%, 3%, dan 5%, lalu formulasi permen diaduk hingga homogen, kemudian dicetak menggunakan cetakan.

Pengujian Aktivitas Antibakteri Permen Eritritol dengan Penambahan Ekstrak Akar Manis Terhadap *Streptococcus mutans*

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bakteri *Streptococcus mutans* ditumbuhkan pada media nutrient broth dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Bakteri kemudian diisolasi kembali pada media nutrient agar menggunakan metode *streak plate* dan diinkubasi selama 24 jam. Suspensi bakteri dibuat dengan mengambil beberapa ose dari *Streptococcus mutans* pada nutrient agar, kemudian disuspensikan dalam nutrient broth 10 mL dan distandarisasi menggunakan standar McFarland 0,5.

Pengujian antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi sumuran. Media agar Mueller-Hinton diinokulasi secara merata dengan suspensi bakteri, kemudian dibuat sumuran pada permukaan agar sebesar 7 mm. Sampel yang diuji, yaitu formulasi permen eritritol dengan ekstrak akar manis yang telah diencerkan dengan aquadest 1:1 (b/v), beserta kontrol positif (ampicillin) dan kontrol negatif (aquadest) ditambahkan ke dalam sumuran. Cawan petri diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran menunjukkan aktivitas antibakteri sampel dan diukur menggunakan penggaris. Diameter zona hambat dihitung dengan rumus:



$$\text{Zona hambat (mm)} = \frac{(D_v - D_{\text{sumur}}) + (D_h - D_{\text{sumur}})}{2}$$

Keterangan :

D : Diameter Zona Hambat Bersih

d_h : Diameter Zona Hambat Horizontal

d_v : Diameter Zona Hambat Vertikal

d_{sumur} : Diameter Sumur

Diameter zona hambat yang diperoleh akan diklasifikasikan berdasarkan standar. Klasifikasi ini membagi respon pertumbuhan bakteri menjadi empat kategori: Respon Lemah (diameter ≤5 mm), Respon Sedang (diameter 5 - 10 mm), Respon Kuat (diameter 10 – 20 mm), dan Respon Sangat Kuat (diameter ≥ 20 mm). Penggunaan klasifikasi ini memastikan bahwa hasil penelitian dapat dikategorikan secara objektif dan dapat dibandingkan dengan studi lain yang menggunakan standar serupa serta memberikan kerangka kerja yang jelas untuk interpretasi daya hambat permen eritritol-ekstrak akar manis terhadap *Streptococcus mutans* (Davis & Stout, 1971).

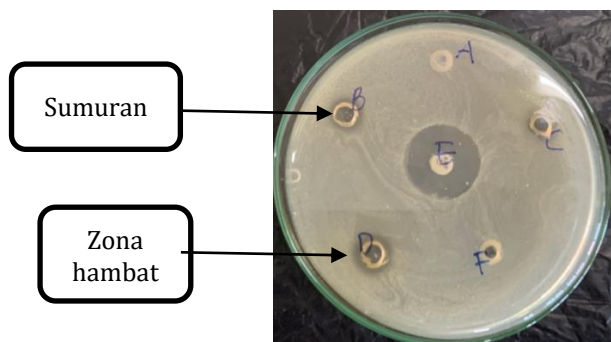
HASIL

Permen eritritol dengan variasi konsentrasi ekstrak akar manis, diperoleh hasil dengan ukuran dan bentuk yang seragam. Tampilan hasil formulasi disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Formulasi Permen Eritritol dengan Penambahan Ekstrak Akar Manis (*Glycyrrhiza Glabra L.*) pada Berbagai Konsentrasi (0%,2%, 3%, dan 5%).

Pada uji aktivitas antibakteri zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran, menunjukkan adanya aktivitas antibakteri dari sampel yang diuji, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



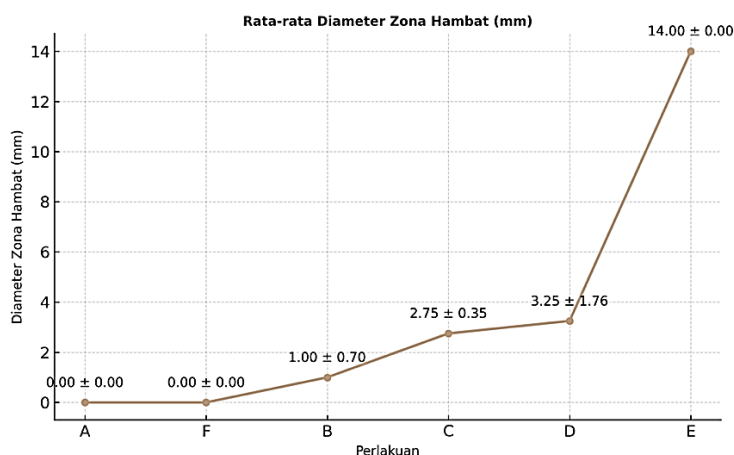
Gambar 2. Aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Streptococcus mutan*

Keterangan : (A) Permen tanpa penambahan ekstrak akar manis
(B) Permen dengan penambahan ekstrak akar manis 2%
(C) Permen dengan penambahan ekstrak akar manis 3%
(D) Permen dengan penambahan ekstrak akar manis 5%
(E) Kontrol positif (Ampicillin)
(F) Kontrol negatif (Aquadest)

Hasil pengamatan zona hambat ditampilkan pada tabel 1 dan gambar 3 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat Permen Eritritol Dengan Penambahan Ekstrak Akar Manis (*Glychyrrhiza Glabra L*) terhadap Pertumbuhan *Streptococcus Mutans*

Pengulangan	Diameter Zona Hambat (mm)						p-value
	A	B	C	D	E	F	
1	0,00	1,50	3,00	5,00	14,00	0,00	0,061
2	0,00	0,50	2,50	2,00	14,00	0,00	
Rata-rata $\pm$ SD	0,00 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 0,70	2,75 $\pm$ 0,35	3,25 $\pm$ 1,76	14,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	



Gambar 3. Grafik Rata-rata Diameter Zona Hambat (mm) Permen Eritritol dengan Penambahan Ekstrak Akar Manis (*Glycyrrhiza glabra L*) Terhadap Pertumbuhan *Streptococcus Mutans*.

Hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 3 memperlihatkan adanya peningkatan aktivitas antibakteri yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak akar manis (*Glycyrrhiza glabra L*) dalam formulasi permen eritritol. Diameter zona hambat bertambah dari 1,00 $\pm$ 0,70 mm pada konsentrasi 2% dan menjadi 3,25 $\pm$ 1,76 mm pada konsentrasi 5%. Kontrol positif (ampicillin)

menunjukkan aktivitas antibakteri tertinggi sebesar $14,00 \pm 0,00$ mm, sedangkan kontrol negatif dan permen tanpa ekstrak tidak menunjukkan daya hambat. Meskipun hasil uji statistik menunjukkan nilai p sebesar 0,061 yang berada sedikit di atas batas signifikansi ($p > 0,05$), tren peningkatan diameter zona hambat menunjukkan adanya kecenderungan efek antibakteri yang semakin kuat seiring meningkatnya konsentrasi ekstrak.

PEMBAHASAN

Hasil formulasi 50 gram eritritol menghasilkan lima buah permen lolipop dengan ukuran yang relatif seragam. Tiga Formulasi diberi penambahan ekstrak akar manis (*Glycyrrhiza glabra L.*) dengan variasi konsentrasi 2%, 3%, dan 5%. Perbedaan konsentrasi ekstrak menghasilkan variasi visual, pada warna permen penambahan ekstrak 2% dan 3% memberikan kuning kecokelatan hingga cokelat muda. Pada konsentrasi 5% permen tampak berwarna cokelat tua yang pekat. Perbedaan warna antar formulasi menunjukkan meningkatnya intensitas pewarnaan seiring penambahan konsentrasi ekstrak akar manis. Warna yang semakin gelap pada konsentrasi 5% tidak hanya merefleksikan tingginya kandungan senyawa fenolik dan flavonoid, tetapi juga mengindikasikan tingginya interaksi senyawa tersebut dengan matriks permen selama proses pemanasan (Zhang et al., 2015). Variasi warna ini berpotensi memengaruhi persepsi sensoris dan penerimaan konsumen, Hal ini disebabkan karena warna merupakan indikator utama dalam penilaian organoleptik dan menjadi karakteristik awal yang diperhatikan oleh panelis saat mengevaluasi suatu produk. (Hanura et al., 2021).

Selain perubahan warna yang terjadi, peningkatan konsentrasi ekstrak akar manis pada permen eritritol juga menyebabkan munculnya aroma herbal yang khas. Aroma ini semakin kuat seiring bertambahnya kadar ekstrak yang digunakan dan memberikan kesan alami pada produk. Namun, pada konsentrasi tinggi aroma tersebut dapat menjadi terlalu dominan dan berpotensi kurang disukai oleh anak-anak yang lebih menyukai aroma manis dan ringan. Oleh karena itu, pada formulasi dengan kadar ekstrak yang tinggi, dapat dipertimbangkan penambahan essence atau bahan herbal lain yang memiliki aroma lebih lembut untuk menyeimbangkan atau menyamarkan bau khas tersebut tanpa mengubah karakteristik produk.

Peningkatan konsentrasi ekstrak akar manis juga berpengaruh terhadap tekstur permen. Semakin tinggi kadar ekstrak yang ditambahkan, permen cenderung memiliki tekstur yang lebih berair dan kurang padat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Nasiri et al. yang menunjukkan bahwa ekstrak *Glycyrrhiza glabra* bersifat non-Newtonian dengan perilaku *shear-thinning*, di mana semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka kandungan air bebas dan viskositasnya meningkat sehingga struktur menjadi lebih lembap dan tidak mudah mengeras. Kandungan senyawa polar seperti glikosida dan saponin dalam ekstrak akar manis juga berperan menarik serta mempertahankan air yang menyebabkan proses kristalisasi eritritol menjadi terhambat. Akibatnya, tekstur permen menjadi lebih lunak dan mudah rapuh saat disimpan. Untuk memperbaiki kekokohan tanpa mengubah rasa manis, dapat dilakukan penambahan atau substitusi sebagian eritritol dengan xylitol. Menurut Umai et al. xylitol memiliki kestabilan termal yang baik dan mampu membentuk kristal lebih cepat, sehingga membantu memperkuat tekstur dan menjaga stabilitas permen. Eritritol dan xylitol juga memiliki kesamaan dalam menghambat biofilm *Streptococcus mutans*.

Hasil pengujian aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa permen eritritol dengan penambahan ekstrak akar manis (*Glycyrrhiza glabra L.*) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus mutans*, yang diukur melalui diameter zona hambat. Nilai zona hambat berkisar $1,00 \pm 0,70$ hingga $3,25 \pm 1,76$ untuk konsentrasi ekstrak 2% hingga 5%, sedangkan kontrol negatif (tanpa ekstrak dan aquadest) menghasilkan zona hambat 0 mm. Efek ini mendukung hipotesis bahwa senyawa bioaktif seperti saponin dan flavonoid dalam akar manis berperan sebagai agen antimikroba dengan mengganggu aktivitas enzim glukosiltransferase (Gtf) pada *Streptococcus mutans* yang merupakan proses kunci yang berperan dalam pembentukan glukan tak larut, yaitu polisakarida yang berfungsi sebagai komponen struktural utama dalam inisiasi dan stabilisasi biofilm (plak gigi) walaupun zona hambat yang dihasilkan masih tergolong lemah (≤ 5 mm) (Godbole et al., 2019; Malvania et al., 2019).

Penelitian lain juga melaporkan bahwa ekstrak akar manis (*Glycyrrhiza glabra*) mampu menghambat perlekatan bakteri, di mana peningkatan konsentrasi ekstrak secara langsung menurunkan kemampuan bakteri untuk melekat dan membentuk biofilm. Mekanisme ini dikaitkan dengan kemampuan membunuh bakteri penyebab karies, menghambat perlekatan bakteri pada permukaan gigi, menurunkan produksi glukan oleh enzim glukosiltransferase, serta menghambat aktivitas amilase yang berperan dalam pembentukan substrat plak. Senyawa glabridin, salah satu komponen utama dalam akar manis dilaporkan memiliki aktivitas kuat terhadap bakteri Gram positif termasuk *Streptococcus mutans* dibandingkan dengan bakteri Gram negatif. Adanya glisirizin, asam glisirretinat, flavonoid, asparagin, isoflavonoid, dan kalkon di dalam ekstrak akar manis semakin

memperkuat efek antimikroba dan antiadheren tersebut (Bhadoria et al., 2019; Lingaraj Ajagannanavar et al., 2014; van Dinteren et al., 2022).

Walaupun terdapat peningkatan aktivitas antibakteri (zona hambat) dari konsentrasi terendah hingga tertinggi, hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan nilai signifikansi $p = 0,061$ ($p > 0,05$) yang berarti perbedaan antarperlakuan tidak signifikan secara statistik. Kemungkinan dari hasil yang tidak signifikan ini disebabkan oleh terbatasnya konsentrasi akhir ekstrak akar manis yang terdispersi dalam permen. Kadar tersebut diduga belum mencapai nilai Minimum Inhibitory Concentration (MIC) yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* (Attamimi et al., 2017). Faktor kendala formulasi dan pertimbangan organoleptik juga berperan dalam membatasi penambahan ekstrak pada level optimal, sehingga dosis yang digunakan bersifat sub-terapeutik. Akibatnya, aktivitas antibakteri yang dihasilkan cenderung menunjukkan potensi penghambatan yang minimal, belum cukup untuk menimbulkan efek bakterisidal (Sun et al., 2020).

Keterbatasan sifat eritritol yang hanya bersifat anti-biofilm dan bukan antibakteri langsung ini diduga juga menjadi salah satu alasan mengapa kombinasi eritritol dengan ekstrak akar manis belum menghasilkan efek sinergis yang signifikan terhadap aktivitas antibakteri *Streptococcus mutans* melalui adanya zona hambat. Dengan demikian, hasil yang tidak signifikan secara statistik pada peningkatan konsentrasi ekstrak dapat disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu kadar senyawa aktif akar manis yang belum mencapai ambang efektif untuk memberikan efek bakterisidal dan sifat dasar eritritol yang lebih berfungsi sebagai penghambat kolonisasi bukan sebagai agen pembunuh bakteri secara langsung (Loimaranta et al., 2020).

Menurut Moelich et al. eritritol memiliki efek anti-biofilm ringan namun tidak bersifat bakterisidal langsung terhadap *Streptococcus mutans*. Mekanismenya melibatkan penghambatan aktivitas metabolik dan produksi asam laktat, sehingga pH plak tetap lebih netral dan jumlah koloni bakteri (CFU) berkurang meskipun efeknya bersifat preventif dan tidak drastis. Eritritol menekan pembentukan biofilm dengan menghambat adhesi dan sintesis polisakarida ekstraseluler (EPS) bukan dengan membunuh bakteri secara langsung. Kondisi ini menjelaskan mengapa kombinasi eritritol dengan ekstrak akar manis belum menunjukkan efek sinergis yang signifikan, karena eritritol hanya memperlambat kolonisasi dan menetralkan pH, sedangkan senyawa aktif dalam ekstrak akar manis pada konsentrasi 2–5% belum cukup kuat untuk memberikan efek antibakteri yang nyata.

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa anak-anak yang mengonsumsi permen eritritol mengalami penurunan jumlah koloni *Streptococcus mutans* pada saliva dan plak gigi, pH plak menjadi lebih netral, dan plak yang terbentuk lebih tipis serta tidak lengket. Efek ini muncul karena eritritol menghambat aktivitas metabolik bakteri dan menurunkan produksi asam sehingga bakteri menjadi kurang mampu membentuk biofilm yang kuat sehingga efeknya lebih bersifat pencegahan jangka panjang daripada penghambatan cepat. Temuan ini menjelaskan bahwa dalam kondisi nyata (in vivo) eritritol efektif menurunkan aktivitas kariogenik dan menjaga keseimbangan pH mulut (De Cock et al., 2016; Jain & Mathur, 2022; Lim et al., 2018).

Berdasarkan hasil dan temuan penelitian ini kombinasi eritritol dengan ekstrak akar manis berpotensi berperan sebagai agen preventif terhadap karies gigi. Aktivitas antibakteri yang ditunjukkan *Streptococcus mutans* secara *in vitro* memperlihatkan adanya efek penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri tersebut, meskipun efeknya masih tergolong lemah dan belum menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik. Dengan demikian, kombinasi keduanya memiliki potensi untuk mendukung pencegahan karies secara alami, namun diperlukan penelitian lanjutan untuk mengevaluasi efektivitasnya secara lebih mendalam terutama melalui penentuan nilai Minimum Inhibitory Concentration (MIC), uji aktivitas antibiofilm, dan pengujian *in vivo* guna memastikan efektivitasnya dalam kondisi fisiologis yang sebenarnya.

KESIMPULAN

Permen eritritol dengan penambahan ekstrak akar manis (*Glycyrrhiza glabra* L.) menunjukkan potensi aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* yang ditandai dengan peningkatan zona hambat seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak meskipun belum signifikan secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi keduanya dapat berperan sebagai agen preventif alami terhadap karies gigi melalui mekanisme penghambatan kolonisasi bakteri dan penurunan pembentukan biofilm. Diperlukan penelitian lanjutan untuk menentukan konsentrasi optimal ekstrak, mengevaluasi efek sinergis secara *in vivo*, serta mengembangkan formulasi dengan kestabilan senyawa aktif yang lebih baik agar permen fungsional ini dapat berpotensi dikembangkan sebagai produk preventif karies yang efektif dan aman digunakan.

SUMBER DANA PENELITIAN: Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

UCAPAN TERIMA KASIH: Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Biologi Universitas Ahmad Dahlan, UPT Laboratorium Herbal Mitra Medika, Laboratorium Riset Terpadu Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada, Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, serta semua pihak yang telah membantu dan mendukung terlaksananya penelitian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

DAFTAR PUSTAKA

- Abobakr, R., Tawfick, M., Ibrahim, Z., & Abdulall, A. (2022). Prevalence and Antibioqram of S. mutans in Dental Plaque and Caries samples. *Azhar International Journal of Pharmaceutical and Medical Sciences*, 2(2), 83–93. <https://doi.org/10.21608/aijpm.2022.87671.1084>
- Ando, M., Shaikh, S., & Eckert, G. (2018). Determination of caries lesion activity: Reflection and roughness for characterization of caries progression. *Operative Dentistry*, 43(3), 301–306. <https://doi.org/10.2341/16-236-L>
- Attamimi, F. A., Ruslami, R., & Maskoen, A. M. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Umbi Sarang Semut (*Myrmecodia pendens*) Dibanding dengan Klorheksidin terhadap *Streptococcus sanguinis*. *Majalah Kedokteran Bandung*, 49(2), 94–101. <https://doi.org/10.15395/mkb.v49n2.1053>
- Bhadoria, N., Gunwal, M. K., Suryawanshi, H., & Sonarkar, S. (2019). Antiadherence and antimicrobial property of herbal extracts (*Glycyrrhiza glabra* and *Terminalia chebula*) on *Streptococcus mutans*: An in vitro experimental study. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 23(1), 73–77. https://doi.org/10.4103/jomfp.JOMFP_103_18
- Chismirina, S., Sungkar, S., Andayani, R., & Rezeki, S. (2021). *Existence of Streptococcus Mutans and Streptococcus Sobrinus in Oral Cavity as Main Cariogenic Bacteria of Dental Caries*.
- Davis, W. W., & Stout, T. R. (1971). Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic Assay I. Factors Influencing Variability and Error1. In *APPLIED MICROBIOLOGY*.
- De Cock, P., Mäkinen, K., Honkala, E., Saag, M., Kennepohl, E., & Eapen, A. (2016). Erythritol Is More Effective Than Xylitol and Sorbitol in Managing Oral Health Endpoints. In *International Journal of Dentistry* (Vol. 2016). Hindawi Publishing Corporation. <https://doi.org/10.1155/2016/9868421>
- electronic version. (2022). <http://apps.who.int/bookorders>.
- Godbole, E., Tyagi, S., Kulkarni, P., Singla, S., Mali, S., & Helge, S. (2019). Efficacy of Liquorice and Popolis Extract Used as Cavity Cleaning Agents against *Streptococcus mutans* in Deciduous Molars Using Confocal Microscopy: An In Vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 12(3), 194–200. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1620>
- Hanura, T. A., Fauziyah, A., Nasrullah, N., & Wahyuningsih, U. (2021). Pengaruh Penambahan Ekstrak Bunga Telang Terhadap Kadar Antosianin, Kalium, dan Sifat Organoleptik Jeli Buah Naga Merah. *Ghidza: Jurnal Gizi Dan Kesehatan*, 5(2), 187–196. <https://doi.org/10.22487/ghidza.v5i2.218>
- Jain, S., & Mathur, S. (2022). Estimating the effectiveness of lollipops containing xylitol and erythritol on salivary pH in 3-6 years olds: A randomized controlled trial. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 40(1), 19–22. https://doi.org/10.4103/jisppd.jisppd_54_21
- Köljal, S., Smidt, I., Chakrabarti, A., Bosscher, D., & Mändar, R. (2020). Exploration of singular and synergistic effect of xylitol and erythritol on causative agents of dental caries. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63153-x>
- Lim, J. H., Jeong, Y., Song, S. H., Ahn, J. H., Lee, J. R., & Lee, S. M. (2018). Penetration of an antimicrobial zinc-sugar alcohol complex into *Streptococcus mutans* biofilms. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34366-y>
- Lingaraj Ajagannanavar, S., Battur, H., Shamarao, S., Sivakumar, V., Patil, P. U., & Shanavas, P. (2014). Licorice: An emerging antimicrobial sweetener ... Ajagannanavar SL et al Original Research Conflict of Interest: None Source of Support: Nil Effect of Aqueous and Alcoholic Licorice (*Glycyrrhiza Glabra*) Root Extract Against *Streptococcus Mutans* and *Lactobacillus Acidophilus* in Comparison to Chlorhexidine: An In Vitro Study. In *Journal of International Oral Health* (Vol. 6, Issue 4).
- Loimaranta, V., Mazurel, D., Deng, D., & Söderling, E. (2020). Xylitol and erythritol inhibit real-time biofilm formation of *Streptococcus mutans*. *BMC Microbiology*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12866-020-01867-8>
- Malvania, E. A., Sharma, A. S., Sheth, S. A., Rathod, S., Chovatia, N. R., & Kachwala, M. S. (2019). In vitro analysis of licorice (*Glycyrrhiza glabra*) root extract activity on streptococcus mutans in

- comparison to chlorhexidine and fluoride mouthwash. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 20(12), 1389–1394. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2724>
- Moelich, N., Potgieter, N., Botha, F. S., Wesley-Smith, J., & Van Wyk, C. (2022). The search for a healthy sugar substitute in aid to lower the incidence of Early Childhood Caries: a comparison of sucrose, xylitol, erythritol and stevia. *South African Dental Journal*, 77(08), 465–471. <https://doi.org/10.17159/2519-0105/2022/v77no8a2>
- Nasiri, L., Gavahian, M., Majzoobi, M., & Farahnaky, A. (2020). Rheological behavior of glycyrrhiza glabra (licorice) extract as a function of concentration and temperature: A critical reappraisal. *Foods*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/foods9121872>
- Pitts, N. B., Twetman, S., Fisher, J., & Marsh, P. D. (2021). Understanding dental caries as a non-communicable disease. *British Dental Journal*, 231(12), 749–753. <https://doi.org/10.1038/s41415-021-3775-4>
- Staszczuk, M., Jurczak, A., Magacz, M., Kościelniak, D., Gregorczyk-Maga, I., Jamka-Kasprzyk, M., Kępiś, M., Kołodziej, I., Kukurba-Setkowicz, M., & Krzyściak, W. (2020). Effect of polyols and selected dental materials on the ability to create a cariogenic biofilm—on children caries-associated streptococcus mutans isolates. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph17103720>
- Sun, D., Mi, K., Hao, H., Xie, S., Chen, D., & Huang, L. (2020). Optimal regimens based on PK/PD cutoff evaluation of ceftiofur against *Actinobacillus pleuropneumoniae* in swine. *BMC Veterinary Research*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02589-9>
- Umai, D., Kayalvizhi, R., Kumar, V., & Jacob, S. (2022). Xylitol: Bioproduction and Applications-A Review. In *Frontiers in Sustainability* (Vol. 3). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/frsus.2022.826190>
- van Dinteren, S., Meijerink, J., Witkamp, R., van Ieperen, B., Vincken, J. P., & Araya-Cloutier, C. (2022). Valorisation of liquorice (Glycyrrhiza) roots: antimicrobial activity and cytotoxicity of prenylated (iso)flavonoids and chalcones from liquorice spent (G. glabra, G. inflata, and G. uralensis). *Food and Function*, 13(23), 12105–12120. <https://doi.org/10.1039/d2fo02197h>
- Wahab, S., Annadurai, S., Abullais, S. S., Das, G., Ahmad, W., Ahmad, M. F., Kandasamy, G., Vasudevan, R., Ali, M. S., & Amir, M. (2021). Glycyrrhiza glabra (Licorice): A comprehensive review on its phytochemistry, biological activities, clinical evidence and toxicology. In *Plants* (Vol. 10, Issue 12). MDPI. <https://doi.org/10.3390/plants10122751>
- Wang, R., Wang, Y., Lei, Z., Hao, L., & Jiang, L. (2022). Glucosyltransferase-modulated Streptococcus mutans adhesion to different surfaces involved in biofilm formation by atomic force microscopy. *Microbiology and Immunology*, 66(11), 493–500. <https://doi.org/10.1111/1348-0421.13025>
- Warreth, A. (2023). Dental Caries and Its Management. In *International Journal of Dentistry* (Vol. 2023). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2023/9365845>
- Zhang, X., Tao, N., Wang, X., Chen, F., & Wang, M. (2015). *The Colorants, Antioxidants, and Toxicants from Nonenzymatic Browning Reactions and the Impacts of Dietary Polyphenols on Their Thermal Formation*.