

Laporan Penelitian

Daya antibakteri pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) terhadap *Treponema denticola*: *eksperimental laboratoris*

Mohammad Daffa Duta Perdana^{1*}
Depi Praharani²
Desi Sandra Sari²

*Korespondensi:
daffaduta1720@gmail.com

¹Program Studi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember, Jember, Indonesia

²Departemen Periodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember, Jember, Indonesia

Submisi: 28 Januari 2024
Revisi : 20 Februari 2024
Penerimaan: 27 Februari 2024
Publikasi Online: 29 Februari 2024
DOI: [10.24198/pjdrs.v8i1.52979](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v8i1.52979)

ABSTRAK

Pendahuluan: *Treponema denticola* merupakan bakteri anaerob Gram negatif penyebab penyakit periodontal dan dominan pada plak subgingiva. Penyakit periodontal dapat dicegah dengan pengendalian plak secara mekanis, seperti menyikat gigi dengan pasta gigi. Salah satu bahan herbal yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pasta gigi adalah biji kopi robusta yang mengandung senyawa aktif antibakteri. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis daya antibakteri pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta pada konsentrasi 12,5%, 25%, dan 50% terhadap *T. denticola*. **Metode:** Jenis penelitian yang digunakan yaitu eksperimental laboratorium dengan rancangan penelitian menggunakan *the post test only control group design*. Biji kopi robusta diekstraksi menggunakan metode maserasi, dan diformulasi menjadi pasta gigi dengan konsentrasi 12,5, 25 dan 50%. Uji antibakteri menggunakan metode difusi sumuran dengan media Mueller-Hinton Agar (MHA) yang telah diinokulasi *T. denticola*. Kelompok penelitian terdiri dari kelompok pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 12,5, 25, dan 50%, kontrol positif, dan kontrol negatif. **Hasil:** Terbentuk zona hambat pada kelompok pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 12,5, 25, dan 50%, dan kontrol positif terhadap pertumbuhan *T. denticola*. Rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan berturut-turut dari konsentrasi ekstrak biji kopi robusta terendah hingga tertinggi adalah 11,02 mm; 12,81 mm; dan 15,95 mm dengan perbedaan yang signifikan di antara tiap konsentrasi ($p < 0,05$). **Simpulan:** Pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 12,5, 25, dan 50% memiliki daya antibakteri terhadap *T. denticola*. Pasta gigi dengan konsentrasi ekstrak 50% memperlihatkan daya antibakteri yang paling besar.

KATA KUNCI: biji kopi robusta, antibakteri, pasta gigi, *treponema denticola*, penyakit periodontal

Antibacterial activity of toothpaste containing robusta coffee bean (*Coffea canephora*) extract towards *Treponema denticola*: a laboratory experimental study

ABSTRACT

Introduction: *Treponema denticola* is a Gram-negative anaerobic bacterium that causes periodontal disease and is dominant in subgingival plaque. Periodontal disease can be prevented by mechanical plaque control, such as brushing teeth with toothpaste. One of the herbal ingredients that can be used as an additional ingredient for toothpaste is robusta coffee beans which contain active antibacterial compounds. The aim of this research was to analyze the antibacterial activity of toothpaste containing Robusta coffee bean extract at concentrations of 12.5, 25, and 50% against *T. denticola*. **Methods:** The type of research used is experimental with a research design using a posttest only control group design. Robusta coffee beans were extracted using the maceration method, and formulated into toothpaste with concentrations of 12.5, 25, and 50%. The well diffusion method with Mueller-Hinton Agar (MHA) media which had been inoculated with *T. denticola* was used for the antibacterial activity test. The research group consisted of toothpaste with 12.5% robusta coffee bean extract group, 25% group, and 50% group, as well as the positive control and negative control groups. **Results:** The inhibitory zone was formed in the toothpaste with 12.5% robusta coffee bean extract group, 25% group, 50%, and positive control group against the growth of *T. denticola*. The average diameter of the inhibition zone produced respectively from the lowest to the highest concentration of robusta coffee bean extract were 11.02 mm, 12.81 mm, and 15.95 mm, with significant differences between concentrations ($p < 0,05$). **Conclusion:** Toothpaste containing robusta coffee bean extract at concentrations of 12.5, 25, and 50% showed the antibacterial activity against *T. denticola*. Toothpaste containing 50% of the robusta coffee bean extract showed the greatest antibacterial activity.

KEY WORDS: robusta coffee bean, antibacterial, toothpaste, *treponema denticola*, periodontal disease

Sitasi: Perdana MDD, Praharani D, Sari DS. Daya antibakteri pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) terhadap *Treponema denticola*. Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students. 2024; 8(1): 112-119. DOI: [10.24198/pjdrs.v8i1.52979](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v8i1.52979) Copyright: ©2024 by Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students. Submitted to Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Masalah kesehatan gigi dan mulut semakin kompleks seiring dengan perkembangan zaman. Salah satu masalah kesehatan gigi dan mulut yang memiliki prevalensi tinggi di masyarakat adalah penyakit periodontal. Prevalensi penyakit periodontal di Indonesia menduduki urutan kedua setelah karies yaitu mencapai 74,1% menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018.¹ Penyakit periodontal adalah penyakit inflamasi yang terjadi pada jaringan pendukung gigi yaitu gingiva, ligamen periodontal, sementum, dan tulang alveolar. Jika penyakit ini tidak dirawat maka akan terjadi kehilangan perlekatan dan kerusakan progresif jaringan periodontal sehingga menyebabkan kegoyangan gigi yang pada akhirnya gigi bisa tanggal.² Etiologi utama dari penyakit periodontal adalah akumulasi plak. Plak terdiri atas koloni bakteri yang terus berkembang sehingga dapat menginfeksi gingiva.

Salah satu bakteri penyebab penyakit periodontal adalah *Treponema denticola*. Mikroorganisme ini merupakan jenis bakteri yang dominan pada plak subgingiva dan poket periodontal.³ *T. denticola* merupakan bakteri Gram negatif, motil, *spirochete* anaerob yang sering ditemukan bersama dengan *Porphyromonas gingivalis* dan *Tannerella forsythia* dari lesi periodontitis kronis pada manusia. Pada kondisi periodontitis prevalensi *T. denticola* dapat mencapai 40%-50% dari total populasi bakteri yang terdapat pada periodontitis.⁴ Bakteri ini dapat mensekresikan faktor virulensi seperti protease spesifik dentilisin yang berperan dalam degradasi protein *host*, penyerapan nutrisi, penghindaran dari sistem kekebalan *host* dan koagregasi dengan bakteri lain.⁵

Penyakit periodontal umumnya dapat dicegah dengan tindakan pengendalian plak, yaitu suatu upaya untuk menghilangkan plak gigi dan mencegah akumulasinya yang dapat dilakukan secara mekanis dengan penyikatan gigi dan *flossing* ataupun secara kimiawi dengan obat kumur. Pengendalian plak yang paling efektif adalah penyikatan gigi yang biasanya disertai pemakaian pasta gigi.⁵ Fungsi pasta gigi ini untuk mengurangi pembentukan plak, memperkuat gigi terhadap karies, membersihkan dan memoles permukaan gigi, menghilangkan atau mengurangi bau mulut, memberikan rasa segar pada mulut serta memelihara kesehatan gusi.⁶

Banyak laporan kasus yang menemukan terjadinya reaksi alergi terhadap pasta gigi.⁷ Amerongen *et al.*,⁸ melaporkan adanya pasien yang alergi terhadap timah yang terkandung dalam pasta gigi. Prevalensi alergen tertinggi ternyata ditemukan pada pasta gigi. Hasil penelitian Denaxa *et al.*,⁹ dan Arkwright *et al.*,¹⁰ mendapatkan bahwa 589 orang dewasa dan anak-anak mengalami alergi terhadap bahan-bahan yang terdapat dalam pasta gigi komersial. Fenomena ini yang melandasi perlunya penambahan bahan herbal dalam formulasi pasta gigi untuk mengurangi efek samping yang ditimbulkan tanpa mengurangi manfaatnya terutama bagi kesehatan gigi dan mulut.

Salah satu bahan herbal yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pasta gigi adalah biji kopi robusta. Kopi robusta (*Coffea canephora*) merupakan jenis kopi yang paling sering ditemukan di Jember dengan komoditi kopi yang tergolong tinggi yakni menduduki posisi ketiga di Jawa Timur berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023.¹¹ Kopi robusta merupakan spesies kopi yang memiliki kandungan asam klorogenat dan flavonoid yang cukup tinggi pada bagian biji. Kandungan yang cukup tinggi dari kedua senyawa aktif tersebut menyebabkan kopi robusta memiliki aktivitas bakteristatik yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kopi arabika.¹²

Ekstrak biji kopi robusta telah diketahui bersifat antibakteri terhadap periodontopatogen seperti *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Fusobacterium nucleatum* dan *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*.¹³⁻¹⁵ Hasil penelitian Peni *et al.*,¹⁶ mendapatkan pasta gigi yang ditambahkan ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 25, 50, dan 75% berpotensi mengurangi inflamasi gingiva dan pembentukan plak gigi pada tikus dengan gingivitis. Sedangkan hasil penelitian Wulandari *et al.*¹⁷ menunjukkan pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 12,5, 25, dan 50% mampu menghambat pertumbuhan bakteri *P. gingivalis*.

Sampai saat ini belum ada penelitian yang menguji daya antibakteri pasta gigi dengan kandungan ekstrak biji kopi robusta terhadap *T. denticola* yang merupakan salah satu bakteri patogen periodontal. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 12,5, 25, dan 50% mempunyai daya antibakteri terhadap *T. denticola*. Tujuan penelitian ini adalah

untuk menganalisis daya antibakteri pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta pada konsentrasi 12,5, 25, dan 50% terhadap *T. denticola*.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan yaitu eksperimental dengan rancangan penelitian menggunakan *the post test only control group design*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Tanaman, Politeknik Negeri Jember; Laboratorium Biologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Jember; Laboratorium Farmasetika, Fakultas Farmasi, Universitas Jember; dan *Research Center* Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. Perhitungan jumlah sampel per kelompok menggunakan rumus Daniel.¹⁸ Setiap kelompok minimal dilakukan 4 kali pengulangan sehingga total sampel penelitian sebanyak 20 sampel yang terbagi dalam 5 kelompok. Kelompok pada penelitian ini terdiri atas dua kelompok kontrol dan tiga kelompok perlakuan. Kelompok kontrol terdiri atas kontrol negatif (pasta plasebo) dan kontrol positif (pasta gigi Pepsodent Complete 8 Herbal®), sedangkan kelompok perlakuan adalah pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 12,5%, 25%, dan 50%.

Biji kopi robusta (*Coffea canephora*) yang digunakan termasuk dalam kategori *grade 1* dan diperoleh dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (PUSLITKOKA) Jember. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Tanaman, Politeknik Negeri Jember (0446/UN25.8/TL/2018). Ekstraksi biji kopi robusta menggunakan metode maserasi dengan tahapan awal melakukan pengeringan dalam oven pada suhu 40-50°C selama 24 jam kemudian digiling hingga biji kopi halus. Selanjutnya diayak menggunakan ayakan (± 3 kali pengulangan). Serbuk halus biji kopi robusta dimaserasi dalam larutan etanol 96% (perbandingan 1:2) selama 72 jam. Hasil maserasi disaring sehingga diperoleh ekstrak dalam bentuk cair, kemudian ekstrak diuapkan menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 40°C untuk mendapatkan ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 100%.¹⁷

Pembuatan pasta gigi ekstrak biji kopi robusta dilakukan di Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember. Bahan yang digunakan yaitu ekstrak biji kopi robusta dan pasta plasebo. Bahan pasta plasebo terdiri atas magnesium karbonat, kalsium karbonat, gliserin, propilen glikol, *triethanolamine* (TEA), akuades steril, dan *oleum menthae piperithae*. Pasta plasebo dibuat dengan mencampurkan bahan-bahan tersebut, ditambahkan aquades steril sampai konsistensinya sesuai dan diaduk hingga homogen.

Pembuatan pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta dilakukan pada *mortar* dan *pestle*. Konsentrasi 12,5% didapatkan dengan mencampurkan 87,5 gram pasta plasebo dengan 12,5 gram ekstrak. Konsentrasi 25% didapatkan dengan mencampurkan 75 gram pasta plasebo dengan 25 gram ekstrak. Konsentrasi 50% didapatkan dengan mencampurkan 50 gram pasta plasebo dengan 50 gram ekstrak. Kontrol positif menggunakan pasta gigi Pepsodent Complete 8 Herbal® yang merupakan produk dari PT Unilever Indonesia Tbk (Indonesia). Bahan herbal yang terkandung dalam pasta gigi ini adalah daun sirih yang mempunyai kemampuan antimikroba. Selain itu juga ditambahkan jeruk nipis yang bertujuan untuk memberikan rasa segar.

Bakteri yang digunakan dalam penelitian ini adalah *T. denticola* ATCC 35405 yang diperoleh dari *Research Center*, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Airlangga. Identifikasi bakteri dilakukan untuk memastikan spesies *T. denticola* dan tidak terkontaminasi mikroorganisme yang lain. Suspensi *T. denticola* dibuat dengan mencampurkan 1 ose *T. denticola* dari media biakan yang dilarutkan pada BHI-B sebanyak 2 ml. Diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C. Pertumbuhan *T. denticola* ditunjukkan dengan adanya kekeruhan pada media. Kemudian bakteri diambil menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi larutan NaCl 0,9% sebanyak 5 ml. Tingkat kekeruhan bakteri dibuat menggunakan standar 0,5 McFarland ($1,5 \times 10^8$ CFU/ml).

Penelitian ini menggunakan uji antibakteri dengan metode difusi sumuran. Suspensi *T. denticola* diambil sebanyak 0,5 ml dan diinokulasikan pada media MHA dengan gerakan *streaking* dan diulang 3 kali. *Petridish* diputar sekitar 60° setiap pengulangan. *Petridish* dibiarkan terbuka sedikit di dalam *laminar flow cabinet* hingga permukaan agar memadat. Selanjutnya membuat lubang sumuran menggunakan *cork borer* berdiameter 6 mm dengan kedalaman 4 mm. Masing-masing lubang sumuran diisi dengan pasta gigi plasebo (kontrol negatif), pasta gigi Pepsodent Herbal (kontrol positif), serta pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 12,5%, 25%, dan 50% sebanyak 0,1 gram. *Petridish*

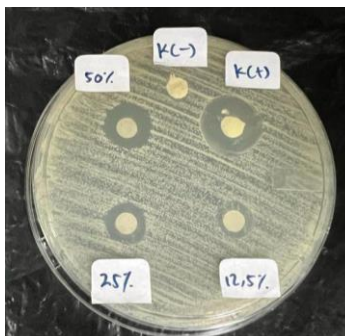
dimasukkan ke dalam desikator dan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.¹⁹

Pengukuran diameter zona hambat dengan melihat area jernih di sekitar lubang sumuran. Jika tidak ada zona hambat di sekitar lubang sumuran, diameter zona hambat bisa dikatakan 0,00 mm. Pengukuran dilakukan dengan menghitung diameter vertikal dan horizontal menggunakan jangka sorong, hasil pengukuran kemudian dijumlahkan dan dibagi dua lalu dikurangi 6 mm (diameter ring). Kemudian data yang telah diperoleh dirata-rata. Rumus diameter zona hambat. $d = a+b \text{ per } 2 \text{ min } X$, Keterangan: d = diameter zona hambat; a = diameter vertikal; b = diameter horizontal; x = lubang sumuran.

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan *software* SPSS. Data hasil penelitian dilakukan uji normalitas menggunakan uji Shapiro Wilk dan uji homogenitas menggunakan Levene. Data yang dihasilkan tidak berdistribusi normal dan tidak homogen maka dilakukan uji non parametrik Kruskal Wallis untuk mengetahui perbedaan seluruh kelompok sampel. Kemudian data diuji menggunakan Mann Whitney untuk mengetahui perbedaan antar kelompok sampel.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan metode difusi sumuran, didapatkan kelompok kontrol positif/K(+) dan kelompok pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 12,5%, 25%, dan 50% dapat membentuk zona hambat berupa area bening di sekitar lubang sumuran. Pada kontrol negatif/K(-) tidak ditemukan zona hambat di sekeliling lubang sumuran yang berarti tidak ada daya antibakteri terhadap *T. denticola* (Gambar 1). Hasil penelitian ini didapatkan rata-rata diameter zona hambat dari masing-masing kelompok penelitian berturut-turut dari yang terbesar adalah kelompok K(+) sebesar $19,50 \pm 0,26$ mm, konsentrasi 50% sebesar $15,95 \pm 0,21$ mm, konsentrasi 25% sebesar $12,81 \pm 0,06$ mm, konsentrasi 12,5% sebesar $11,02 \pm 0,08$ mm, dan kelompok K(-) tidak memiliki zona hambat (Tabel 1).



Gambar 1. Zona hambat yang terbentuk pada kelompok pasta gigi ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 12,5, 25, 50% dan K(+).

Tabel 1. Rerata diameter zona hambat (mm) pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta terhadap *T. denticola*.

Kelompok	n	Mean $\pm$ SD
K (+)	4	$19,50 \pm 0,26$
K (-)	4	$0,00 \pm 0,00$
12,5%	4	$11,02 \pm 0,08$
25%	4	$12,81 \pm 0,06$
50%	4	$15,95 \pm 0,21$

Data penelitian dilakukan uji normalitas menggunakan uji Shapiro Wilk dengan hasil nilai signifikansi $p < 0,05$, yang berarti data berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas menggunakan *Levene's test* dengan hasil nilai signifikansi $p < 0,05$, artinya bahwa data tidak homogen. Berdasarkan hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal dan tidak homogen sehingga dilakukan uji statistik non parametrik yaitu Kruskal Wallis. Hasil uji Kruskal Wallis didapatkan nilai signifikansi $p < 0,05$ yang artinya terdapat perbedaan signifikan terhadap seluruh kelompok penelitian. Data diuji menggunakan uji Mann Whitney untuk mengetahui lebih spesifik kelompok mana saja yang memiliki perbedaan yang signifikan. Berdasarkan hasil uji Mann Whitney didapatkan nilai

signifikansi $p < 0,05$ yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil uji mann whitney

Kelompok	K(+)	K(-)	12,5%	25%	50%
K(+)	-				
K(-)	0,014*	-			
12,5%	0,021*	0,014*	-		
25%	0,021*	0,014*	0,021*	-	
50%	0,021*	0,014*	0,021*	0,021*	-

Keterangan: (*) = berbeda signifikan

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan pada kontrol negatif tidak terlihat adanya zona hambat di sekitar lubang sumuran. Sebaliknya pada kontrol positif dan pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 12,5%, 25%, dan 50% terbentuk zona hambat yang menunjukkan terhambatnya pertumbuhan bakteri *T. denticola*. Berdasarkan analisis data didapatkan bahwa kontrol negatif mempunyai perbedaan yang signifikan dengan pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta. Hasil tersebut dapat diartikan bahwa pasta plasebo yang digunakan sebagai kontrol negatif tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri *T. denticola*.

Hal tersebut diatas disebabkan pasta plasebo tidak mengandung bahan yang bersifat antibakteri, sedangkan pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 12,5, 25, dan 50% memiliki daya antibakteri terhadap *T. denticola*. Sampai saat ini belum ada penelitian yang mengkaji terkait kemampuan pasta gigi dengan kandungan ekstra biji kopi robusta dalam menghambat pertumbuhan bakteri *T. denticola*. Kemampuan tersebut kemungkinan disebabkan biji kopi robusta mengandung senyawa aktif yang bersifat antibakteri. Beberapa senyawa aktif yang berperan dalam aktivitas antibakteri pada biji kopi robusta diantaranya adalah kafein, *caffeic acid*, flavonoid, trigonelin, asam klorogenat, tanin, terpenoid, dan saponin.²⁰⁻²³

Biji kopi robusta memiliki kadar kafein dua kali lebih tinggi dibandingkan biji kopi arabika yaitu sebesar 1,5-2,6%. Kafein merupakan senyawa alkaloid methylxanthine yang memiliki bentuk seperti kristal berwarna putih, menggumpal, pahit dan tidak memiliki bau.²⁴ Aktivasi senyawa biologis alkaloid dipengaruhi oleh gugus basa yang mengandung nitrogen. Suatu senyawa alkaloid yang bersifat basa akan bereaksi dengan senyawa asam yang akan menyebabkan perubahan struktur dari asam nukleat. Reaksi ini akan merubah susunan rantai DNA sehingga menimbulkan perubahan terhadap keseimbangan genetik yang menyebabkan DNA rusak. DNA yang mengalami kerusakan akan mendorong terjadinya lisis pada inti sel bakteri sehingga bakteri menjadi inaktif dan hancur.^{17,25} Daya antibakteri dari senyawa ini sesuai hasil penelitian dari Rath *et al.*,²⁶ bahwa kafein mampu menghambat pembentukan biofilm *Escherichia coli*.

Caffeic acid yang terkandung dalam biji kopi robusta meskipun kadarnya sedikit tetapi memiliki peran yang penting dalam mekanisme terhambatnya pertumbuhan koloni bakteri.²⁶ Senyawa ini memiliki kemampuan untuk mempengaruhi permeabilitas membran bakteri. *Caffeic acid* dapat mengganggu integritas membran sel bakteri dengan menyebabkan kebocoran bahan intraseluler baik protein maupun nukleotida, yang akan mengakibatkan penyusutan membran sel dan perubahan morfologi yang memungkinkan terjadinya kematian sel. Hasil penelitian Rawangkan *et al.*,²³ membuktikan *caffeic acid* memiliki kemampuan untuk mengubah permeabilitas sel, membocorkan komponen intraseluler, dan menyebabkan kerusakan membran yang ditemukan pada bakteri Gram negatif dan Gram positif seperti *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus aureus*.

Kadar flavonoid dalam biji kopi robusta sebesar 55-60 mg/100.²⁷ Flavonoid adalah senyawa kimia turunan dari 2-phenyl-benzyl-y-pyrone serta masuk kelompok polifenol. Aktivitas senyawa ini terhadap bakteri dengan cara memanfaatkan perbedaan kepolaran antara lipid pada dinding sel bakteri dan gugus fenol pada flavonoid untuk merusak dinding sel dan memungkinkan senyawa tersebut masuk ke dalam inti sel bakteri. Selain itu, flavonoid mampu menghambat pertumbuhan bakteri melalui tiga mekanisme.

Mekanisme pertama dengan menghambat sintesis asam nukleat dengan menghambat aktivitas enzim gyrase melalui interkalasi ke dalam DNA. Mekanisme kedua dengan menghambat metabolisme energi dengan mengubah struktur membran sel dan sitoplasma dalam bakteri yang berakibat pada gangguan nutrisi dan metabolit yang akhirnya menghambat pasokan energi untuk bakteri. Mekanisme ketiga dengan menghambat fungsi membran sel dengan membentuk senyawa protein ekstraseluler sehingga menimbulkan kerusakan pada membran sel.^{23,28} Penelitian Majnooni *et al.*,²⁹ menunjukkan hasil sesuai pernyataan di atas bahwa flavonoid memiliki aktivitas antibakteri dan *antibiofilm* terhadap *S. aureus* dan *Proteus mirabilis*.

Senyawa trigonelin adalah salah satu komponen senyawa alkaloid terbesar dengan berkisar antara 0,5 hingga 1,2%. Trigonelin (*N-methyl nicotinic acid*, $C_7H_7NO_2$) merupakan suatu senyawa turunan vitamin B yang dapat menghasilkan rasa pahit pada kopi.³⁰ Hasil penelitian Merritt *et al.*,³¹ mendapatkan bahwa trigonelin mempunyai potensi antimikroba yang efektif terhadap *Streptococcus mutans*. Senyawa ini bekerja sebagai antibakteri dengan cara menghambat sintesis enzim dan protein bakteri, menyebabkan ketidakseimbangan fungsi metabolisme bakteri dengan cara mengganggu stabilitas membran sitoplasma.²⁶

Biji kopi robusta memiliki kadar asam klorogenat paling tinggi dibandingkan dengan jenis kopi lainnya yaitu sekitar 6,1-11,3 mg/g biji kopi.³² Asam klorogenat merupakan senyawa fenolik hasil dari esterifikasi asam-trans-sinamat (*caffeic*, *ferulic*, dan *p-coumaric*). Aktivitas antibakteri dari asam klorogenat yaitu dengan merusak struktur membran sel sehingga terjadi kebocoran metabolit intraseluler dan memicu inaktivasi sel bakteri.³³ Selain itu, asam klorogenat memiliki mekanisme untuk menurunkan sintesis protein subunit ribosom yang terlibat pada biosintesis protein sehingga mempengaruhi asam amino pada DNA sel bakteri dan enzim-enzim yang berfungsi untuk metabolisme sel, yang berakibat pada terjadinya kematian sel. Asam klorogenat juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri melalui mekanisme menurunkan kadar ROS (*Reactive Oxygen Species*) intraseluler pada bakteri.³⁴ ROS intraseluler berfungsi untuk mempertahankan homeostasis normal sel. Penurunan ROS dapat mengganggu homeostasis redoks dan menyebabkan kematian sel dengan mempengaruhi jalur sinyal intraseluler.³⁵ Pernyataan tersebut didukung hasil penelitian Norazlin *et al.*,¹⁵ bahwa biji kopi robusta memiliki kandungan asam klorogenat yang lebih tinggi dari kopi arabika dan mempunyai aktivitas mikrobial yang baik terhadap *P. gingivalis*, *S. mutans* dan *Lactobacillus casei*.

Tanin yang terkandung pada biji kopi robusta merupakan senyawa polifenol yang bersifat polar dan berjumlah sekitar 5,5-8,0%.³⁶ Senyawa ini bekerja sebagai antibakteri dengan cara menginaktifkan adhesin mikroba pada *host* yang terletak pada permukaan sel dan enzim serta mengganggu transpor protein pada lapisan dalam sel sehingga menyebabkan pertumbuhan bakteri terhambat. Selain itu, tanin juga menyebabkan kerusakan dinding sel karena senyawa ini memiliki target terhadap polipeptida dinding sel.³⁷ Hasil penelitian Štumpf *et al.*,³⁸ membuktikan tanin memiliki aktivitas antimikroba terhadap *S. aureus*.

Senyawa lain dalam biji kopi robusta yang memiliki aktivitas antibakteri adalah saponin dan terpenoid. Kandungan saponin dalam biji kopi robusta berkisar antara 0,5-2,5%. Aktivitas antibakteri dari saponin dengan cara menurunkan tegangan permukaan sel dan permeabilitas membran sel karena saponin mengandung molekul yang bersifat hidrofilik dan lipofilik. Gangguan pada tegangan permukaan dinding sel bakteri menyebabkan senyawa antibakteri dapat dengan mudah masuk ke dalam sel yang akhirnya sel bakteri mengalami kematian, sedangkan untuk permeabilitas membran sel yang rusak dapat menyebabkan gangguan pada kelangsungan hidup bakteri.³⁹ Terpenoid memiliki mekanisme antibakteri yaitu dengan mendestruksi membran sel, mengganggu sistem komunikasi antar sel, dan menghambat sintesis protein sel bakteri.⁴⁰ Kemampuan kedua senyawa tersebut sesuai dengan hasil penelitian dari Ernilasari *et al.*,⁴¹ yaitu memiliki potensi antibakteri terhadap *E. coli* dan *S. aureus*.

Berdasarkan hasil penelitian ini pasta gigi yang mempunyai daya antibakteri terhadap *T. denticola* yang paling kecil adalah yang mengandung ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 12,5% dan yang paling besar adalah konsentrasi 50%. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Moreira *et al.*,⁴² dan Andreou *et al.*,⁴³ yang menyatakan bahwa

konsentrasi ekstrak mengacu pada jumlah ekstrak yang ada dalam suatu larutan atau campuran tertentu. Efek konsentrasi ekstrak dapat bervariasi tergantung pada pengaplikasiannya, tetapi beberapa penelitian menyebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka menunjukkan senyawa aktif yang lebih tinggi.

Kontrol positif pada penelitian ini menggunakan pasta gigi Pepsodent Complete 8 Herbal® yang diketahui dari hasil penelitian ini mempunyai daya antibakteri terhadap *T. denticola* lebih besar dibandingkan pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta. Hal ini kemungkinan disebabkan karena lebih banyaknya kandungan senyawa aktif yang bersifat antibakteri, seperti: *sodium lauryl sulfate*, *sodium monofluorophosphate*, *sodium chloride*, dan bahan herbal yang ditambahkan, yaitu: daun sirih dan jeruk nipis.

Kelemahan dari penelitian ini tidak dilakukan pengujian skrining fitokimia untuk mengetahui kandungan senyawa aktif dari biji kopi robusta yang memiliki daya antibakteri terhadap *T. denticola*. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk dapat menentukan senyawa aktif dalam biji kopi robusta yang bersifat antibakteri dan mekanismenya dalam menghambat pertumbuhan *T. denticola*.

SIMPULAN

Pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 12,5, 25, dan 50% memiliki daya antibakteri terhadap *T. denticola*. Pasta gigi dengan konsentrasi ekstrak 50% memperlihatkan daya antibakteri yang paling besar. Implikasi penelitian yaitu sebagai salah satu dasar pertimbangan untuk menambahkan biji kopi robusta yang memiliki kemampuan antibakteri dalam formulasi pasta gigi.

Kontribusi Penulis: Kontribusi Penulis: "Konseptualisasi, P.M.D.D.; investigasi, P.M.D.D.; metodologi, P.M.D.D., P.D. dan S.D.S.; penulisan penyusunan draft awal, P.M.D.D.; menulis-review dan mengedit, P.D. dan S.D.S. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan."

Pendanaan: "Penelitian ini tidak menerima dana dari pihak luar"

Persetujuan Etik: penelitian ini tidak melibatkan terhadap hewan dan manusia

Pernyataan Ketersediaan Data: Semua data yang diperoleh dari hasil penelitian di laboratorium secara *in vitro* digunakan dalam penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan RI. Laporan Riskesdas 2018 Nasional.pdf. Lembaga Penerbit Balitbangkes. 2018. h. 156.
2. Amelia S, Praharani D, Setyorini D. Perbedaan kebersihan rongga mulut dan kesehatan periodontal antara mahasiswa kedokteran gigi dengan mahasiswa kesehatan non-kedokteran gigi di universitas Jember. STOMATOGNATIC - J Ked Gi. 2021;18(1). DOI: [10.19184/stoma.v18i1.27966](https://doi.org/10.19184/stoma.v18i1.27966)
3. Alwaeli AZJ. Anaerobic Bacteria Associated with Periodontitis. Oral Microbiol Periodontitis. 2018; DOI: [10.5772/intechopen.76352](https://doi.org/10.5772/intechopen.76352)
4. Reed LA, O'bier NS, Oliver LD, Hoffman PS, Marconi RT. Antimicrobial activity of amoxicillin against *Treponema denticola* and other oral spirochetes associated with periodontal disease. J Periodontol. 2018; 89(12): 226-32. DOI: [10.1002/JPER.17-0185](https://doi.org/10.1002/JPER.17-0185)
5. Wirza W, Wilis R. Pengaruh penggunaan sikat gigi khusus ortodontik terhadap status kebersihan gigi dan mulut pemakai orthodontik cekat pada siswa SMK Negeri 3 Banda Aceh. J Bahana Kes Mas Bahana J Public Heal. 2019;3(1). DOI: [10.35910/jbkm.v3i1.184](https://doi.org/10.35910/jbkm.v3i1.184)
6. Anggina, DN dan Ramayanti I. Perbandingan efektivitas berbagai jenis pasta gigi bahan herbal dan pasta gigi bahan non herbal terhadap pembentukan plak pendahuluan tingkat kebersihan rongga mulut metode jenis penelitian yang dilakukan adalah. Syifa' Med. 2018;9(1). DOI: [10.32502/sm.v9i1.1338](https://doi.org/10.32502/sm.v9i1.1338)
7. De Groot A. Contact allergy to (ingredients of) toothpastes. Dermatitis. 2017;28(2):95-114. DOI: [10.1097/DER.0000000000000255](https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000255)
8. Van Amerongen CCA, de Groot A, Volkerink RJ, Schuttelaar MLA. Cheilitis caused by contact allergy to toothpaste containing stannous (tin) – two cases. Contact Dermatitis. 2020;83(2):126-9. DOI: [10.1111/cod.13532](https://doi.org/10.1111/cod.13532)
9. Denaxa D, Arkwright PD. Fennel as a cause of immediate hypersensitivity to toothpaste. Ann Allergy, Asthma Immunol. 2020; 12(1)99-100. DOI: [10.1016/j.anai.2020.03.030](https://doi.org/10.1016/j.anai.2020.03.030)
10. Coimbra L, Costa IM, Evangelista JG, Figueiredo A. Food allergens in oral care products. Sci Rep. 2023;1-8. DOI: [10.1038/s41598-023-33125-y](https://doi.org/10.1038/s41598-023-33125-y)
11. Purwandhini AS, Pudjiastutik W, Suhaeriyah NE. Analisis perwilayahan komoditas kopi. J Sos Ekon Pertan. 2023;19(3):167-78. DOI: [10.25157/ma.v7i1.4752](https://doi.org/10.25157/ma.v7i1.4752)
12. Wijaya W, Ridwan RD, Budi HS. Antibacterial ability of arabica (*Coffea arabica*) and robusta (*Coffea canephora*) coffee extract on *Lactobacillus acidophilus*. Dent J (Maj Ked Gi). 2017;49(2). DOI: [10.20473/j.djmkq.v49.i2.p99-103](https://doi.org/10.20473/j.djmkq.v49.i2.p99-103)
13. Bharat HN, Sowmya NK, Mehta DS. Determination of antibacterial activity of green coffee bean extract on periodontogenic bacteria like *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Fusobacterium nucleatum* and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*: An in vitro study. Contemp Clin Dent. 2015;6(2). DOI: [10.4103/0976-237X.156036](https://doi.org/10.4103/0976-237X.156036)
14. Ermawati T, Nazilaturrohman, Gunadi A, Rachmawaty D. Antibacterial effectivity of coffee bean extract and instant coffee (spray drying) against *Porphyromonas gingivalis*. J Dentomaxillofacial Sci. 2022;7(1). DOI: [10.15562/jdmfs.v7i1.1404](https://doi.org/10.15562/jdmfs.v7i1.1404)
15. Norazlin A, Muhammad-Adib A, Wan-Razarinah WAR, Roohinejad S, Koubaa M, Raseetha S. Antioxidant and antimicrobial activity of green and roasted coffee beans on human oral pathogens. Food Res. 2023. DOI: [10.26656/fr.2017.7\(S4\).17](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(S4).17)
16. Pujiastuti P, Sakinah NN, Da'at Arina YM, Wahyukundari MA, Praharani D, Sari DS. The potential of toothpaste containing Robusta

- coffee bean extract in reducing gingival inflammation and dental plaque formation. *Dent J*. 2023;56(2).DOI:[10.20473/j.djmkq.v56.i2.p109-114](https://doi.org/10.20473/j.djmkq.v56.i2.p109-114)
17. Wulandari A, Arina YMD, Pujiastuti P. Daya Hambat Pasta Gigi yang Mengandung Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Porphyromonas gingivalis*. *J Penelit Kesehat Suara Forikes*. 2023;4(1)DOI: [10.33846/sf14106](https://doi.org/10.33846/sf14106)
 18. Pourhoseingholi MA, Vahedi M, Rahimzadeh M. Sample size calculation in medical studies. *Gastroenterol Hepatol from Bed to Bench*. 2013;6(1):14–7.
 19. Suparno NR, Putri CS, Camalin CMS. Pasta Gigi Ekstrak Etanol Daun Sirih, Biji Pinang, Gambir Terhadap Hambatan Bakteri *Pseudomonas Aeruginosa*. *JIKG*. 2021;3(2):6–13. DOI: [10.23917/jikg.v3i2.12349](https://doi.org/10.23917/jikg.v3i2.12349)
 20. Carpena M, Caleja C, Pereira E, Pereira C, Ćirić A, Soković M, Soria-Lopez A, Fraga-Corral M, Simal-Gandara J, Ferreira ICFR, et al. Red Seaweeds as a Source of Nutrients and Bioactive Compounds: Optimization of the Extraction. *Chemosensors*. 2021; 9(6).DOI: [10.3390/chemosensors9060132](https://doi.org/10.3390/chemosensors9060132)
 21. Gamero-Vega G, Palacios-Palacios M, Quitral V. Nutritional Composition and Bioactive Compounds of Red Seaweed: A Mini-Review. *J Food Nutr Res*. 2020;8(8).DOI:[10.12691/jfnr-8-8-7](https://doi.org/10.12691/jfnr-8-8-7)
 22. Aziz E, Batool R, Khan MU, Rauf A, Akhtar W, Heydari M, Rehman S, Shahzad T, Malik A, Mosavat SH, Plygun S, Shariati MA. An overview on red algae bioactive compounds and their pharmaceutical applications. *J Complement Integr Med*. 2020 Jul. DOI: [10.1515/jcim-2019-0203](https://doi.org/10.1515/jcim-2019-0203).
 23. Rawangkan A, Siripap A, Yosboonruang A, Kiddee A, Pook-In G, Saokaew S, et al. Potential Antimicrobial Properties of Coffee Beans and Coffee By-Products Against Drug-Resistant *Vibrio cholerae*. *Front Nutr*. 2022.DOI:[10.3389/fnut.2022.865684](https://doi.org/10.3389/fnut.2022.865684)
 24. Diah Juliantari D NP, Wrasati LP, Wartini NM. Karakteristik ekstrak ampas kopi bubuk robusta (*coffea canephora*) pada perlakuan konsentrasi pelarut etanol dan suhu maserasi. *J Rekayasa Dan Manaj Agroindustri*. 2018;6(3).DOI:[10.24843/JRMA.2018.v06.i03.p08](https://doi.org/10.24843/JRMA.2018.v06.i03.p08)
 25. Tripathi S, Mishra N, Mishra N. Antibacterial Activity of Bioactive Compounds of Green Coffee Beans on Periodontogenic and Nosocomial Bacteria. *J Pharm Nutr Sci*. 2022;12:157–64.
 26. Rath B, Gupta S, Kumar P, Kesarwani V, Dhanda RS, Kushwaha SK, et al. Anti-biofilm activity of caffeine against uropathogenic *E. coli* is mediated by curli biogenesis. *Sci Rep [Internet]*. 2022;12(1):1–13.Doi: [10.1038/s41598-022-23647-2](https://doi.org/10.1038/s41598-022-23647-2)
 27. Brilian B, Noegroho C, Ayu I, Wiryanthini D, Surudarma W, Kusmawati AY. Pengaruh pemberian Seduhan Kopi Terhadap kadar Trigliserida dan Kolesterol Total Pada Mencit (*Mus musculus L.*) Yang Diberi Pakan Tinggi Lemak. *J Med udayana*. 2022;11(2).DOI:[10.24843/MU.2021.V11.i2.P10](https://doi.org/10.24843/MU.2021.V11.i2.P10)
 28. Akhlaghi N, Sadeghi M, Fazeli F, Akhlaghi S, Mehnati M, Sadeghi M. The antibacterial effects of coffee extract, chlorhexidine, and fluoride against *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus plantarum*: An in vitro study. *Dent Res J (Isfahan)*. 2019;16(5):346–53.
 29. Majnooni MB, Ghanadian SM, Mojarab M, Bahrami G, Mansouri K, Mirzaei A, et al. Antibacterial, Antibiofilm, Antiswarming, and Antioxidant Activities of Flavonoids Isolated from *Allium colchicifolium* Leaves. *J Food Biochem*. 2023;2023.Doi: [10.1155/2023/5521661](https://doi.org/10.1155/2023/5521661)
 30. Saud S, Salamatullah AM. Relationship between the chemical composition and the biological functions of coffee. *Molecules*. 2021;26(24). DOI:[10.3390/molecules26247634](https://doi.org/10.3390/molecules26247634)
 31. Merritt J, Rocha AA, Noronha-filho JD, Almeida RV De. Antimicrobial Potential of Resin Matrices Loaded. 2022;1–19.Doi: [10.1002/jbm.b.34711](https://doi.org/10.1002/jbm.b.34711)
 32. Indrayani YP, Amrullah HU. Studi Perbandingan Kandungan Asam Klorogenat pada Kopi. *J Ilm Multidisiplin Indonesia*. 2022;2(1):680–91.
 33. Wang L, Pan X, Jiang L, Chu Y, Gao S, Jiang X, Zhang Y, Chen Y, Luo S, Peng C. The Biological Activity Mechanism of Chlorogenic Acid and Its Applications in Food Industry: A Review. *Front Nutr*. 2022 Jun 29(9). DOI: [10.3389/fnut.2022.943911](https://doi.org/10.3389/fnut.2022.943911)
 34. Erratum: Chlorogenic acid exerts antibacterial effects by affecting lipid metabolism and scavenging ROS in *Streptococcus pyogenes* (FEMS Microbiology Letters (2022).DOI: [10.1093/femsle/fnac061](https://doi.org/10.1093/femsle/fnac061).
 35. Dharmaraja AT. Role of Reactive Oxygen Species (ROS) in Therapeutics and Drug Resistance in Cancer and Bacteria. *J Med Chem*. 2017;60(8).DOI: [10.1021/acs.jmedchem.6b01243](https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.6b01243)
 36. Yogi Rabani RS IGA, Elza Fitriani PP. Analisis Kadar Kafein dan Antioksidan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Terfermentasi *Saccharomyces cerevisiae*. *J Ilmu dan Teknol Pangan*. 2022;11(2). DOI:[10.24843/itepa.2022.v11.i02.p18](https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i02.p18)
 37. Weinreb RN. Review of Antibacterial Activity of Green Betel Leaf Extract (*Piper Betle L .*) Methods of Diffusion and Microdilution Open Access. 2024.Doi:[10.59613/q6zxqm74](https://doi.org/10.59613/q6zxqm74)
 38. Štumpf S, Hostnik G, Langerholc T, Pintarič M, Kolenc Z, Bren U. The Influence of Chestnut Extract and Its Components on Antibacterial Activity against *Staphylococcus aureus*. *Plants*. 2023;12(10).DOI:[10.3390/plants12102043](https://doi.org/10.3390/plants12102043)
 39. Dong S, Yang X, Zhao L, Zhang F, Hou Z, Xue P. Antibacterial activity and mechanism of action saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. husks against foodborne pathogenic bacteria. *Ind Crops Prod*. 2020.Doi:[10.1016/j.indcrop.2020.112350](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112350)
 40. Huang W, Wang Y, Tian W, Cui X, Tu P, Li J, Shi S, Liu X. Biosynthesis Investigations of Terpenoid, Alkaloid, and Flavonoid Antimicrobial Agents Derived from Medicinal Plants. *Antibiotics (Basel)*. 2022 Oct 9;11(10). DOI: [10.3390/antibiotics11101380](https://doi.org/10.3390/antibiotics11101380)
 41. Ernilasari, Walil K, Fitmawati, Roslim DI, Zumaidar, Saudah, et al. Antibacterial activity of leaves, flowers, and fruits extract of *etlingera elatior* from nagan raya district, indonesia against *escherichia coli* and *staphylococcus aureus*. *Biodiversitas*. 2021;22(10):4457–64.Doi:[10.13057/biodiv/d221039](https://doi.org/10.13057/biodiv/d221039)
 42. Andreou V, Psarianos M, Dimopoulos G, Tsimogiannis D, Taoukis P. Effect of pulsed electric fields and high pressure on improved recovery of high-added-value compounds from olive pomace. *J Food Sci*. 2020;85(5).DOI:[10.1111/1750-3841.15122](https://doi.org/10.1111/1750-3841.15122)
 43. Moreira SA, Pintado ME, Saraiva JA. Effect of a winter savory leaf extract obtained using high hydrostatic pressure on the quality of carrot juice. *J Sci Food Agric*. 2021;101(1).DOI:[10.1002/jsfa.10616](https://doi.org/10.1002/jsfa.10616)