

Kajian kesesuaian cemaran logam berat dalam pasta gigi ekstrak biji kopi robusta berdasarkan Standar Nasional Indonesia 8861:2020: Studi eksperimental

Peni Pujiastuti^{1*}
Yuliana Mahdiyah Da'at Arina¹
Desi Sandra Sari¹
Depi Praharani¹
Melok Aris W¹
Neira Najatus Sakinah¹

¹Departemen Periodonsia
Fakultas kedokteran Gigi
Universitas Jember, Indonesia

*Korespondensi
Email | peni.pujiastuti@unej.ac.id

Submisi | 11 Oktober 2025
Revisi | 10 November 2025
Penerimaan | 28 Desember 2025
Publikasi Online | 31 Desember 2025
DOI: [10.24198/jkg.v37i3.61265](https://doi.org/10.24198/jkg.v37i3.61265)

p-ISSN [0854-6002](https://doi.org/10.24198/jkg.v37i3.61265)
e-ISSN [2549-6514](https://doi.org/10.24198/jkg.v37i3.61265)

Sitasi | Pujiastuti P, Arina YMD, Praharani D, Wahyukundari MA, Sakinah NN, Sari DS. Kajian kesesuaian cemaran logam berat dalam pasta gigi ekstrak biji kopi robusta berdasarkan Standar Nasional Indonesia 8861:2020: Studi eksperimental. J Ked Gi. 2025; 37(3):335-342. DOI: [10.24198/jkg.v37i3.61265](https://doi.org/10.24198/jkg.v37i3.61265)



Copyright: © 2025 oleh penulis. diserahkan ke Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran untuk open akses publikasi di bawah syarat dan ketentuan dari Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ABSTRAK

Pendahuluan: Pasta gigi bermanfaat dalam upaya kontrol plak secara mekanis sehingga berperan dalam mencegah penyakit periodontal. Produk pasta gigi ekstrak biji kopi robusta dalam pasta gigi harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 8861:2020, diantaranya cemaran logam berat, Timbal (Pb), Cadmium (Cd), Raksa (Hg) dan Arsen (As) dapat mengganggu kesehatan tubuh manusia. Belum ada informasi tentang adanya cemaran logam berat dalam pasta gigi ekstrak biji kopi robusta. Tujuan penelitian mengkaji kesesuaian cemaran Pb, Cd, Hg dan As dalam pasta gigi ekstrak biji kopi robusta dengan standar SNI 8861:2020. **Metode:** Jenis penelitian ini eksperimental laboratoris dengan sampel pasta gigi ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 0,0625%, 0,125%, 0,25%, dan 0,5% serta plasebo. Pembuatan ekstrak biji kopi robusta menggunakan metode maserasi. Pembuatan pasta gigi plasebo dengan kandungan magnesium karbonat, kalsium karbonat, gliserin, propilen glikol, trietanolamin, oleum menthae piperithae, dan aquades steril. Pembuatan pasta gigi ekstrak biji kopi robusta dengan cara mencampur bahan pasta gigi plasebo dengan ekstrak biji kopi robusta 0,0625%, 0,125%, 0,25%, dan 0,5%. Selanjutnya dilakukan uji Pb, Cd, Hg dan As dengan menggunakan metode spektrofotometri serapan atom. **Hasil:** Kadar Pb pada kontrol negatif 1,382 dan perlakuan 1,687–1,846. Kadar Cd pada kontrol negatif 0,240 dan perlakuan 0,216–0,239. Kadar Hg dan As pada semua kelompok 0. Seluruh kadar logam masih di bawah batas cemaran. **Simpulan:** Terdapat cemaran logam berat Pb dan Cd pada pasta gigi ekstrak biji kopi robusta dibawah batas maksimal berdasarkan SNI 8861:2020.

Kata kunci

Cemaran, logam berat, ekstrak biji kopi robusta, pasta gigi, penyakit periodontal

Analysis of the compliance of heavy metal contamination in robusta coffee bean extract toothpaste based on the Indonesian National Standard (SNI) 8861:2020: an experimental laboratory study

ABSTRACT

Introduction: Toothpaste plays an important role in mechanical plaque control and in preventing periodontal disease. Natural ingredients, including robusta coffee beans, have been used in toothpaste formulations. Toothpaste products containing robusta coffee bean extract must meet the Indonesian National Standard (SNI) 8861:2020, which includes provisions on heavy metal contamination (Pb, Cd, Hg, and As) that can affect human health. To date, there is no information available regarding the presence of heavy metal contamination in robusta coffee bean extract toothpaste. The purpose of the study was to evaluate the compliance of Pb, Cd, Hg and As contamination levels in robusta coffee bean extract toothpaste with the SNI 8861:2020 standard. **Method:** This study employed an experimental laboratory design using samples of robusta coffee bean extract toothpaste with concentrations of 0.0625%, 0.125%, 0.25%, and 0.5%, as well as a placebo. The robusta coffee bean extract was prepared using the maceration method. The placebo toothpaste was composed of magnesium carbonate, calcium carbonate, glycerin, propylene glycol, triethanolamine, oleum menthae piperitae, and sterile distilled water. The robusta coffee bean extract toothpaste was made by mixing the placebo base with the extract at concentrations of 0.0625%, 0.125%, 0.25%, and 0.5%. Subsequently, tests for Pb, Cd, Hg, and As contamination were carried out using atomic absorption spectrophotometry (AAS). **Result:** Pb levels in the negative control group were 1.382, while those in treatment groups ranged from 1.687 to 1.846. Cd levels in the negative control were 0.240, and in the treatment groups ranged from 0.216 to 0.239. Hg and As levels in all groups were 0. All measured levels of heavy metals remained below the contamination limits set by SNI 8861:2020. **Conclusion:** The findings showed the presence of Pb and Cd contamination in robusta coffee bean extract toothpaste. However, all concentrations were below the maximum permissible limits established in SNI 8861:2020.

Keywords

Contamination, heavy metals, robusta coffee bean extract, toothpaste, periodontal disease

PENDAHULUAN

Penyakit periodontal merupakan salah satu masalah kesehatan rongga mulut yang paling banyak dialami masyarakat. Data Riset Kesehatan Dasar 2018¹ prevalensi penyakit periodontal cukup tinggi sekitar 74,1% setelah penyakit karies gigi. Penyebab utama penyakit periodontal adalah bakteri plak. Pencegahan penyakit periodontal dapat dilakukan dengan mengendalikan plak melalui menyikat gigi secara teratur menggunakan pasta gigi.² Kontrol plak adalah upaya pencegahan untuk menjaga kesehatan gigi dan mulut dengan cara membersihkan dan menghambat pertumbuhan plak secara mekanis maupun kimiawi.³ Kontrol plak secara mekanis dapat dilakukan dengan menggosok gigi dengan sikat dan pasta gigi.⁴ Pasta gigi memiliki beberapa fungsi penting, yaitu mencegah pembentukan plak, menguatkan gigi, membersihkan dan memoles gigi, menghilangkan bau mulut, serta memelihara kesehatan gusi dan mulut.⁵

Pasta gigi terdapat salah satu zat yang sering ditambahkan, yaitu bahan herbal. Hal tersebut dikarenakan bahan herbal dapat berfungsi dalam menghambat pertumbuhan mikroba sehingga dapat menghambat pertumbuhan dari plak pada gigi.⁶ Salah satu bahan herbal yang dapat ditambahkan adalah biji kopi robusta. Biji kopi robusta memiliki potensi sebagai antimikroba karena mengandung beberapa senyawa bioaktif, termasuk kafein, trigonelline, senyawa fenolik, dan asam klorogenat.⁷

Penelitian yang sudah dilakukan bahwa pasta gigi dengan kandungan ekstrak biji kopi robusta memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri periopatojen seperti *Porphyromonas gingivalis*,⁸ bakteri *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*,² bakteri *Treponema denticola*,⁹ bakteri *Fusobacterium nucleatum*.¹⁰ Pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta dapat menurunkan antiinflamasi dengan menurunkan kadar IL-1 pada gingiva tikus selama 14 hari dibandingkan dengan kontrol.¹¹

Menurut Badan Standar Nasional Indonesia, pasta gigi adalah sediaan semi padat yang mengandung bahan penggosok, pembersih, dan tambahan untuk membersihkan gigi tanpa merusak gigi dan jaringan mulut.¹² Pasta gigi ekstrak biji kopi robusta sebagai salah satu produk alternatif pencegahan penyakit periodontal perlu melalui serangkaian persiapan sebelum diproduksi secara luas. Persiapan ini dilakukan dengan pengujian yang disesuaikan dengan syarat mutu pasta gigi dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) baik secara fisik, kimia, maupun biologi.¹³

Salah satu syarat pengujian pasta gigi yang sesuai dengan standar SNI 8861:2020 pasta gigi harus bebas dari cemaran logam berat seperti Timbal (Pb), Cadmium (Cd), Arsen (As) dan Raksa (Hg). Batas maksimal kandungan logam tersebut adalah Pb 20 mg/kg, Cd 5 mg/kg, Hg 1 mg/kg dan As 5 mg/kg.¹² Paparan logam berat seperti Pb dan Cd dengan konsentrasi melebihi batas aman dapat menyebabkan kerusakan kesehatan yang serius, seperti penyakit paru, kerusakan ginjal, dan deformasi tulang, serta gangguan sistem saraf dan peredaran darah.¹⁴ Kontaminasi dari tanaman di bidang pertanian bisa terjadi bila diberi pupuk dan pestisida yang mengandung logam.¹⁵

Tanaman kopi dapat menyerap logam dari tanah dan lingkungan yang nantinya akan diserap dalam daun, akar dan biji.¹⁶ Penelitian cemaran logam berat pada kandungan pasta gigi ekstrak biji kopi robusta belum ada penelitian sebelumnya, sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui kandungan logam berat sehingga pasta gigi ini aman digunakan untuk konsumen jika dijadikan suatu produk.

Pasta gigi ini mengandung bahan lokal biji kopi robusta yang memiliki sifat antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan untuk mencegah penyakit periodontal. Penelitian ini mengintegrasikan pemanfaatan bahan lokal dengan pengujian keamanan berdasarkan standar SNI 8861:2020, sehingga memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan pasta gigi herbal yang aman bagi konsumen. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji cemaran logam berat Pb, Cd, As dan Hg dalam pasta gigi ekstrak biji kopi robusta serta menganalisis kesesuaian kandungan logam berat Pb, Cd, As, dan Hg dalam pasta gigi ekstrak biji kopi robusta dengan standar yang ditetapkan dalam SNI 8861:2020.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental laboratoris dengan analisis data yang bersifat deskriptif kuantitatif. Sampel penelitian dibagi dalam 6 kelompok adalah kelompok plasebo (kontrol negatif), kelompok ekstrak biji kopi robusta 100% (kontrol positif), dan kelompok perlakuan (P) pasta gigi ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi masing-masing 0,0625% (P 0,0625%), 0,125% (P 0,125%), 0,25% (P 0,25%), dan 0,5% (P 0,5%). Penentuan konsentrasi persentase berdasarkan konsentrasi yang biokompatibel ekstrak biji kopi robusta terhadap *dental pulp stem cell* pada *periodontal tissue engineering*.¹⁷

Proses ekstrak biji kopi robusta dibuat menggunakan metode maserasi. Biji kopi dikeringkan dalam oven dengan suhu 40-50°C selama 24 jam dan digiling sampai halus. Hasil gilingan diayak menggunakan ayakan 3 kali pengulangan. Serbuk simplisia dilakukan maserasi dalam larutan etanol 96% selama 3 hari. Hasil maserasi disaring sehingga diperoleh ekstrak dalam bentuk cair. Ekstrak cair diuapkan menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 40° untuk menghasilkan ekstrak dengan konsentrasi 100%.⁸

Pasta plasebo dibuat dengan mencampurkan bahan berupa magnesium karbonat 26%, kalsium karbonat 29%, gliserin 6%, propilen glikol 8%, *triethanolamine* 4%, *oleum menthae piperitae* 2%, ditambahkan aquades steril 25% % diaduk hingga homogen sampai konsistensi berbentuk pasta.¹⁸ Pembuatan pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta dilakukan pada mortar dan pestle. Pasta placebo yang sudah jadi selanjutnya ditambahkan ekstrak biji kopi robusta. Tahapan selanjutnya adalah penambahan ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 0,0625%, 0,125%, 0,25%, dan 0,5% lalu diaduk sampai homogen kemudian letakan dalam wadah tertutup dan diberi label.⁷

Pengujian cemaran logam Pb, Cd, Hg dan Ar dengan menggunakan teknik Spektrofotometri Serapan Atom (SAA). Menimbang ($10 \pm 0,05$) g pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta ke dalam cawan porselen/platina/kuarsa lalu dipanaskan secara bertahap. Melanjutkan pengabuan dalam tanur (450 ± 5)°C hingga abu berwarna putih bebas dari karbon, mengeringkan cawan ke dalam tanur pada suhu (450 ± 5)°C kemudian melanjutkan pemanasan hingga warna abu menjadi putih.

Melarutkan abu hasil pengabuan ke dalam 5 mL HCl 6 N, sambil memanaskan di atas pemanas listrik hingga kering, kemudian dilarutkan dengan HNO₃ 0,1 N sebanyak 10 mL dan memasukkan ke dalam labu ukur 50 mL kemudian ditetapkan hingga tanda garis sesuai dengan air suling.¹² Membaca absorbansi larutan baku kerja dan larutan pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta terhadap blanko menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang maksimal 283,3 nm; Membuat kurva kalibrasi antara konsentrasi logam ($\mu\text{g/mL}$) sebagai sumbu X dan absorbansi sebagai sumbu Y; Setelah itu melakukan plot hasil pembacaan larutan pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta terhadap kurva kalibrasi (C); Menghitung kandungan logam dalam pasta gigi ekstrak biji kopi robusta yaitu kandungan Logam (mg/kg) didapat dari konsentrasi logam dari kurva kalibrasi ($\mu\text{g/mL}$) dibagi bobot pasta gigi ekstrak biji kopi robusta (g) kemudian dikalikan dengan volume larutan akhir (mL).¹² Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan tabel dan nilai rerata.

HASIL

Hasil penghitungan rerata kadar logam berat pada kelompok kontrol negatif, kontrol positif dan kelompok pasta gigi ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 0,0625%, 0,125%, 0,25%, dan 0,5%, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 . Rerata kadar logam berat pada kelompok penelitian

Logam Berat	Kontrol Negatif	Ekstrak kopi	P 0,0625% (mg/kg)	P 0,125% (mg/kg)	P 0,25% (mg/kg)	P 0,5% (mg/kg)	Metode Uji
Timbal	1,382	0	1,687	1,846	1,815	1,834	SNI 8861:2020
Cadmium	0,240	0,269	0,239	0,229	0,218	0,216	SNI 8861:2020
Merkuri	0	0	0	0	0	0	SNI 8861:2020
Arsen	0	0	0	0	0	0	SNI 8861:2020

Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar logam Pb pada kelompok kontrol negatif lebih rendah dibandingkan dengan kelompok pasta gigi ekstrak biji kopi robusta. Sebaliknya, kadar logam Cd pada kelompok kontrol negatif lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok pasta gigi ekstrak biji kopi robusta. Sementara itu, kadar logam Hg dan As tidak terdeteksi pada semua kelompok perlakuan dan kontrol.

Kadar logam berat pada semua kelompok kemudian dibandingkan dengan batas cemaran logam berat berdasarkan SNI 8861:2020. Hasil analisis kadar logam berat pada semua kelompok disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Kadar Logam Berat pada Kelompok Penelitian Berdasarkan Batas Cemaran Logam Berat SNI 8861:2020

Logam Berat	Kontrol Negatif	Ekstra k Kopi	P 0,0625% (mg/kg)	P 0,125% (mg/kg)	P 0,25% (mg/kg)	P 0,5% (mg/kg)	Batas Cemaran (mg/kg)	Kriteria
Timbal	1,382	0	1,687	1,846	1,815	1,834	< 20	Rendah
Kadmium	0,240	0,269	0,239	0,229	0,218	0,216	< 5	Rendah
Merkuri	0	0	0	0	0	0	< 1	Rendah
Arsen	0	0	0	0	0	0	< 5	Rendah

Berdasarkan Tabel 2 bahwa kadar logam berat pada semua kelompok berada di bawah batas maksimal yang ditetapkan oleh SNI 8861:2020 yaitu Pb < 20 mg/kg, Cd < 5 mg/kg, Hg < 1 mg/kg, dan Ar < 5 mg/kg, sehingga dapat dikategorikan sebagai kriteria rendah.

PEMBAHASAN

Logam berat merupakan unsur yang paling berpotensi dalam pencemaran lingkungan serta berdampak kepada kesehatan manusia.¹⁹ Pencemaran lingkungan oleh logam berat sering terjadi karena kelalaian industri dalam mengelola limbah. Logam berat dalam konsentrasi tinggi sangat berbahaya dan dapat mencemari air, tanah, dan udara. Pencemar yang dapat masuk ke lingkungan baik melalui udara, air maupun tanah dapat berdampak langsung terhadap makhluk hidup maupun lingkungan.²⁰

Kontaminasi tanaman pertanian juga dapat terjadi melalui penggunaan pupuk dan pestisida yang mengandung logam berat. Pencemaran lingkungan seperti limbah cair dari pestisida, limbah rumah tangga yang terserap oleh tanah akan diserap oleh akar tanaman kopi dan menjadikan tanaman kopi tersebut mengandung logam berat.²¹ Pernyataan-pernyataan diatas mendukung dari hasil penelitian adanya kontaminasi logam berat pada pasta gigi ekstrak biji kopi robusta tetapi masih di bawah batas maksimal berdasarkan SNI 8861:2020.

Hasil penelitian pada Tabel 1 kelompok kontrol negatif dan kelompok pasta gigi ekstrak biji kopi robusta terdapat kandungan logam Pb dan Cd yang kemungkinan berasal dari pasta plasebo. Hasil penelitian ini didukung oleh pernyataan hasil penelitian Hajar dkk bahwa cangkang telur ayam memiliki kemampuan mengadsorpsi logam berat yang signifikan, dengan efisiensi 91,12% untuk Pb²⁺ dan 99,95% untuk Cd²⁺. Cangkang telur mengandung kalsium karbonat (CaCO₃) sebagai komponen utama, dengan tambahan

magnesium karbonat (MgCO_3) dan kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$).²² Logam tersebut kemungkinan dari alat dan bahan selama proses pembuatan pasta placebo. Pasta placebo menggunakan bahan kalsium karbonat dan magnesium karbonat dalam proses pembuatan. Kedua bahan tersebut memiliki sifat sebagai adsorben terhadap logam. Sifat adsorben ini kemungkinan dapat menyerap logam dari bahan dan peralatan penelitian.

Hasil penelitian ini juga didukung oleh hasil penelitian Anugerah²³ menjelaskan bahwa kalsium karbonat (CaCO_3) yang terkandung dalam cangkang kerang membuatnya menjadi adsorben yang efektif untuk menghilangkan senyawa berbahaya seperti fosfat dan limbah logam. Serta menurut hasil penelitian Wijayanti²⁴ menjelaskan kalsium karbonat sebagai penyusun cangkang keong mas memiliki gaya tarik yang kuat terhadap logam Pb, sehingga dapat menyerapnya secara langsung di permukaannya. Pernyataan diatas ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan yaitu sama-sama mengandung bahan kalsium karbonat pada pasta placebo dengan cangkang telur ayam dan cangkang keong emas yang berfungsi sebagai adsorben logam berat.

Kadar Pb lebih tinggi dan kadar Cd lebih rendah pada kelompok pasta gigi ekstrak biji kopi robusta kemungkinan disebabkan adanya senyawa aktif dan pH dari biji kopi robusta seperti polifenol, asam klorogenat, flavonoid dan kafein. Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian Carnier et.al²⁵ bahwa kapasitas penyerapan Pb lebih tinggi untuk kulit kopi daripada ampas kopi, sementara keduanya memiliki kapasitas penyerapan Cd yang rendah.

Adanya logam Cd pada kelompok kontrol positif (ekstrak biji kopi robusta) kemungkinan berasal dari penggunaan pestisida dan pupuk untuk tanaman kopi. Pernyataan ini didukung oleh pernyataan Winarmadani¹⁵ pupuk yang digunakan dalam pertanian dapat berdampak pada kandungan logam berat dalam tanah dan tanaman, terutama jika pupuk tersebut mengandung senyawa beracun seperti Pb, Cd, Cu, dan As. Menurut Syachroni²⁶ pupuk fosfat yang terbuat dari batuan fosfat merupakan sumber utama pencemaran kandungan Cd. Menurut Ruhban²⁷ menyatakan bahwa penggunaan pestisida dan pupuk secara berlebihan dan terus-menerus akan meninggalkan residu serta dapat mengakibatkan peningkatan konsentrasi timbal (Pb dan Cd) dalam tanah. Sedangkan menurut Sabrina dkk¹⁶ tanaman kopi dapat menyerap logam berat dari tanah melalui akarnya, kemudian mengangkutnya ke bagian daun dan biji kopi.

Tidak terdapatnya kadar logam Hg dan As pada semua kelompok disebabkan oleh kandungan bahan placebo serta biji kopi robusta yang memang tidak mengandung logam Hg dan As. Kemungkinan pestisida dan pupuk yang dipergunakan pada tanaman kopi robusta tidak mengandung logam Hg dan As sehingga tanah tidak tercemari oleh logam Hg dan As. Menurut Soetriono²⁸ untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi, petani sering menggunakan pupuk buatan seperti Urea, TSP, dan KCl, serta pupuk organik seperti pupuk kandang dan kompos, dan pestisida yang digunakan secara biologis. Pernyataan ini didukung dari penelitian Nasir²⁹ menunjukkan bahwa tidak terdeteksi logam arsen pada lahan kebun percobaan dikarenakan pemberian pupuk organik seperti pupuk kandang, kompos dan humus. Menurut Massoud³⁰ menunjukkan merkuri tidak terdeteksi pada sampel bubuk kopi robusta dan arabika.

Hasil analisis kadar logam berat pada semua kelompok pada Tabel 2 didapatkan bahwa kadar logam berat pada kelompok kontrol negatif, kontrol positif dan kelompok pasta gigi ekstrak biji kopi robusta lebih rendah dan masih jauh di bawah ambang batas maksimal cemaran logam berat yang ditetapkan oleh SNI 8861:2020. Berdasarkan hasil penelitian bahwa pasta gigi ekstrak biji kopi robusta telah memenuhi syarat mutu pasta gigi.

Keterbatasan penelitian ini adalah tidak dilakukan uji terhadap alat dan bahan pembuat pasta gigi, sehingga sumber cemaran logam berat tidak dapat diidentifikasi secara pasti. Hal ini dapat mempengaruhi interpretasi terhadap asal logam yang terdeteksi.

SIMPULAN

Pasta gigi ekstrak biji kopi robusta terbukti memenuhi standar keamanan logam berat berdasarkan SNI 8861:2020, sehingga berpotensi sebagai produk alternatif alami yang aman digunakan dalam perawatan kesehatan mulut. Implikasi penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan produk perawatan kesehatan mulut berbahan alami. Pemanfaatan ekstrak biji kopi robusta sebagai bahan aktif dalam formulasi pasta gigi, sekaligus memperkuat upaya pengembangan produk herbal yang aman dan berbasis sumber daya alam Indonesia. Selain itu, menjadi dasar bagi penelitian lanjutan terkait efektivitas biologis, stabilitas produk, serta uji keamanan jangka panjang, sehingga dapat mendorong inovasi dan diversifikasi produk pasta gigi alami yang memenuhi standar mutu dan keamanan.

Ucapan terimakasih : Penelitian ini didanai oleh Research Grant of Research Group (KeRis) di Universitas Jember pada tahun 2024.

Kontribusi Penulis: Kontribusi peneliti "Konseptualisasi, P.P. dan D.S.; metodologi, P.P dan D.S.; perangkat lunak, P.P.; validasi, Y.M., D.P. and M.A.; analisis formal, P.P.; investigasi, P.P.; sumber daya, N.N.; kurasi data, P.P.; penulisan penyusunan draft awal, P.P.; penulisan tinjauan dan penyuntingan, D.S.; visualisasi, N.N.; supervisi, D.S.; administrasi proyek, Y.M.; perolehan pendanaan, P.P. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan."

Pendanaan: Penelitian ini didanai oleh Surat Keputusan Rektor Universitas Jember Nomor : 7554/UN25/KP/2024 Tanggal 20 Maret 2024.

Persetujuan Etik: Penelitian ini dilaksanakan sesuai deklarasi Helsinki, dan telah disetujui Komite Etik Penelitian kesehatan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember (No.2565/UN25.8/KEPK/DL/2024 dan tanggal pengesahan pada 17 mei 2024).

Pernyataan Dewan Peninjau Kelembagaan: Pernyataan persetujuan diperoleh dari semua subjek yang terlibat dalam penelitian ini

Pernyataan Persetujuan (Informed Consent Statement): Tidak menggunakan

Pernyataan Ketersediaan Data: Ketersediaan data dapat diperoleh melalui email korespondensi penulis

Konflik Kepentingan : Tidak ada konflik kepentingan

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Laporan nasional Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan; 2018. p. 1-150.
2. Farahdila NA, Pujiastuti P, Sari DS. Daya hambat pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) terhadap pertumbuhan *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* secara in vitro. *Stomatognathic (J Ked Gigi Unej)*. 2024;21(1):52-55. <https://doi.org/10.19184/stoma.v21i1.47335>
3. Purnomowati RD, Prasetyowati LE, Sulastri S. Perawatan kesehatan gigi dan mulut menggunakan pasta gigi mengandung fluor dan herbal terhadap perubahan pH saliva. *Holistik J Kesehat*. 2022;16(1):42-51. <https://doi.org/10.33024/hjk.v16i1.6042>
4. Megawati ME, Jatmiko IS, Supartinah A. The effect of chewing apples and pears after eating chocolate biscuit on tooth plaque. *Interdental J Ked Gigi*. 2022;18(1):40-46. <https://doi.org/10.46862/interdental.v18i1.4314>
5. Nur Anggina D, Ramayanti I. Perbandingan efektivitas berbagai jenis pasta gigi bahan herbal dan nonherbal terhadap pembentukan plak. *Syifa Medika*. 2018;9(1):1-9. <https://doi.org/10.32502/sm.v9i1.117>
6. Fitria Nitasari I, Octaviana D, Mulyanti S, Utami U, et al. Gambaran penurunan indeks plak gigi setelah penggunaan pasta gigi daun sirih dan xylitol: literature review. *J Terapi Gigi Mulut*. 2022;2(1):53-60. <https://doi.org/10.34011/jtgm.v2i1.1114>
7. Sari DS, Chaliq S, Arina YMD. Preference level for robusta green coffee bean extract toothpaste among students at the University of Jember, Indonesia. *Pak J Med Dent*. 2024;13(2):3-8. <https://doi.org/10.36283/PJMD13-2/002>
8. Wulandari A, Arina YMD, Pujiastuti P. Daya hambat pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) terhadap pertumbuhan *Porphyromonas gingivalis*. *J Penelit Kesehat Suara Forikes*. 2023;4(1):31-36.
9. Perdana MDD, Praharani D, Sari DS. Daya antibakteri pasta gigi mengandung ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) terhadap *Treponema denticola*: eksperimental laboratoris. *Padjadjaran J Dent Res Stud*. 2024;8(1):112. <https://doi.org/10.24198/pjdrs.v8i1.52979>
10. Nova SS, Abrar M, Daud MA. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol biji kopi robusta (*Coffea canephora*) terhadap *Pseudomonas aeruginosa*. *JIMVET*. 2022;6(1):30-35.
11. Pujiastuti P, Arina YMD, Praharani D, Wahyukundari MA, Sakinah NN, Sari DS. Health profile of periodontal tissue of pregnant women in the agromedical dental community in Jember District. *Pak J Med Dent*. 2023;12(3):3-8. <https://doi.org/10.36283/PJMD12-3/002>
12. Badan Standardisasi Nasional. SNI 6197-2020. Jakarta: BSN; 2020. p. 1-120. Available from: akses-sni.bsn.go.id.
13. Solang M, Tomayahu T, Abdul A. Physicochemical and sensory qualities of Anadara granosa toothpaste with Citrus medica added. *Biospecies*. 2021;14(2):48-52. <https://doi.org/10.22437/biospecies.v14i2.12333>
14. Dewi ER. Analisis cemaran logam berat arsen, timbal, dan merkuri pada makanan di wilayah Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo. *IKESMA*. 2022;18(1):1. <https://doi.org/10.19184/ikesma.v18i1.20529>

15. Winarmadani S. Analisis kandungan logam berat (Pb, Cd, Cu, Fe) pada tanah di Rawa Pening Kabupaten Semarang. *J Encephale*. 2019;53(1):1-22.
16. Sabrina, Alves da Silva FQ, Rodrigues Reis M, Regina Passos F, Mundstock Xavier de Carvalho A, et al. Determination of heavy metals in roasted and ground coffee beans and brew. *Afr J Agric Res*. 2017;12(4):221-228. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11832>
17. Sari DS, Sakinah NN, Nuri, Suswati E, Widyowati R, Maduratna E. Chlorogenic acid fractionation in robusta green bean extract as a combination agent of dental pulp stem cells in periodontal tissue engineering. *Res J Pharm Technol*. 2022;15(11):5005-5010. <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2022.00841>
18. Prasasti RN, Sari DS, Pujiastuti P. The effectiveness of toothpaste containing robusta coffee bean extract in inhibiting dental plaque formation. *ODONTO Dent J*. 2022;9(1):12-20. <https://doi.org/10.30659/odj.9.1.12-20>
19. Pigozzi MT, Passos FR, Mendes FQ. Quality of commercial coffees: heavy metal and ash contents. *J Food Qual*. 2018;2018:1-7. <https://doi.org/10.1155/2018/5908463>
20. Fatima H, Ahmed A. Heavy metal pollution: a mini review. *J Bacteriol Mycol*. 2018;6(3):179-181. <https://doi.org/10.15406/jbmoa.2018.06.00199>
21. Bhernama BG, Nuzlia C. Analisis kandungan air, abu, dan logam berat pada kopi bubuk asal Gayo. *Widyariset*. 2019;5(2):87-94. <https://doi.org/10.14203/widyariset.5.2.2019.87-94>
22. Hajar EWI, Sitorus RS, Mulianingias N, Welan FJ. Efektivitas adsorpsi logam Pb^{2+} dan Cd^{2+} menggunakan adsorben cangkang telur ayam. *Konversi*. 2016;5(1):1-7. <https://doi.org/10.20527/k.v5i1.4771>
23. Anugerah A. Pemanfaatan limbah cangkang kerang bulu sebagai adsorben logam kadmium (II) dan timbal (II). *J Tek Kim USU*. 2015;4(3):40-45. <https://doi.org/10.32734/jtk.v4i3.1480>
24. Wijayanti BK, Wahyuningsih NE, Budiyo. Efektivitas kalsium karbonat dengan variasi ketebalan media dalam mengurangi kadar kadmium pada larutan pupuk. *J Kesehat Masy*. 2018;6(6):2356-3346.
25. Carnier R, Coscione AR, Abreu CA, Melo LCA, Silva AF. Cadmium and lead adsorption and desorption by coffee waste-derived biochars. *Bragantia*. 2022;81:e0622. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210142>
26. Syachroni S. Analisis kandungan logam berat kadmium (Cd) pada tanah sawah di Kota Palembang. *Sylva*. 2017;6(1):23-29.
27. Ruhban A, Kurniati. Kandungan logam berat timbal (Pb) dalam residu tanah, air, dan bawang merah di Desa Salu Dewata, Enrekang. *J Sulolipu*. 2017;17(2):19-24. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v17i2.796>
28. Soetriono. Daya saing agribisnis kopi robusta: perspektif ekonomi. Edisi revisi ke-3. Jember: Surya Puspa Gemilang; 2015. p. 72-73.
29. Nasir M, Sulastri S, Hilda MM. Analisis kadar logam timbal dan arsenik dalam tanah dengan spektrometri serapan atom. *J IPA Pembelajaran IPA*. 2018;2(2):89-99. <https://doi.org/10.24815/jipi.v2i2.12350>
30. Massoud R, Mirmohammadmakki F, Mirmohammadmakki SF, Mirmohammadmakki N, Massoud A. Evaluation of heavy metals in roasted coffee powder in Iran. *Coffee Science*. 2022;17:e2013. <https://doi.org/10.25186/v17i.2013>