



**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM TIMBAL (Pb) PADA
PASTA GIGI DENGAN EKSTRAK BIJI KOPI
ROBUSTA (*Coffea canephora L.*)**

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi Kedokteran Gigi (S1).*

SKRIPSI

Oleh

Puspita Nabila Putri

211610101078

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

JEMBER

2025



**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM TIMBAL (Pb) PADA
PASTA GIGI DENGAN EKSTRAK BIJI KOPI
ROBUSTA (*Coffea canephora L.*)**

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi Kedokteran Gigi (S1).*

SKRIPSI

Oleh

Puspita Nabila Putri

211610101078

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

JEMBER

2025

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT;
2. Kedua orang tua saya, Mama Milareni dan Papa Muchammad Noer Rodli serta seluruh keluarga yang saya cintai;
3. Bapak/Ibu guru/dosen yang telah mendidik dan memberikan ilmu kepada saya;
4. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
5. Diri saya sendiri, Puspita Nabila Putri yang telah berjuang untuk mewujudkan mimpinya

MOTO

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(QS Al-Insyirah: 6)

“The light is coming to give back everything the darkness stole.”

– Ariana Grande

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Puspita Nabila Putri

NIM : 211610101078

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) Pada Pasta Gigi Dengan Ekstrak Biji Kopi Robusta (Coffea canephora L.)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 6 Januari 2025

Yang menyatakan,

Puspita Nabila Putri

NIM 211610101078

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) Pada Pasta Gigi Dengan Ekstrak Biji Kopi Robusta (Coffea canephora L.)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember pada:

Hari : Senin
Tanggal : 6 Januari 2025
Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Pembimbing	Tanda Tangan
1. Pembimbing Utama Nama : drg.Peni Pujiastuti M.Kes. NIP : 196705171996012001	(.....)
2. Pembimbing Anggota Nama : Dr. drg.Desi Sandra Sari MD.Sc. NIP : 197512152003122005	(.....)

Penguji	Tanda Tangan
1. Penguji Utama Nama : Dr. drg.Amiyatun Naini M.Kes. NIP : 197112261999032001	(.....)
2. Penguji Anggota Nama : drg.Depi Praharani M.Kes. NIP : 196801221997022001	(.....)

ABSTRACT

Introduction: Toothpaste with robusta coffee bean extract is an alternative product to prevent periodontal disease which contains natural ingredients with antibacterial, anti-inflammatory, and antioxidant properties. In the development of this toothpaste, testing is required to obtain a good formula that conforms to the Indonesian National Standard (SNI). Heavy metal lead (pb) content test can be performed to fulfill one of the requirements. Pb contamination needs to be examined to avoid harmful effects on the body, such as disorders of the urinary tract, nervous system, endocrine system, reproduction system, and cardiovascular system. The purpose of this study is to ascertain the Pb content in toothpaste with robusta coffee bean extract conforms to the SNI. **Method:** Robusta coffee bean extract was prepared using the maceration method with 96% ethanol as the solvent. The toothpaste was made by combining placebo paste with robusta coffee bean extract with different concentrations of 0.0625%, 0.125%, 0.25%, and 0.5%. Pb contamination testing was conducted using an Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), with results expressed in Mg/kg. **Results:** The study results showed that robusta coffee bean extract did not contain detectable levels of Pb, recorded as "nd" or "not detected". However, the placebo paste was found to contain Pb at 1.382 Mg/kg. In toothpaste with robusta coffee bean extract at different concentrations, the Pb content ranged from 1.626 to 1.866 Mg/kg. **Conclusion:** This study concluded that the Pb content in toothpaste with robusta coffee bean extract is lower than the maximum Pb limit specified by the Indonesian National Standard (SNI), which is less than 20 Mg/kg.

Keywords: Toothpaste, Robusta Coffee Bean Extract, Metal Contamination test, Lead Metal

RINGKASAN

ANALISIS KANDUNGAN LOGAM TIMBAL (Pb) PADA PASTA GIGI DENGAN EKSTRAK BIJI KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora L.*); Puspita Nabila Putri; 211610101078; 2025; 33 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta, perlu dilakukan pengujian mutu sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk menentukan dan menjaga kualitas serta keamanan sebuah produk. Salah satu uji yang dapat dilakukan yaitu pengujian logam berat timbal (Pb). Cemaran logam Pb dalam pasta gigi perlu diteliti karena dapat menyebabkan beberapa efek yang berbahaya dalam tubuh. Keracunan logam Pb dalam tubuh dapat menyebabkan beberapa efek berbahaya seperti gangguan pada saluran kemih, syaraf, endokrin, reproduksi, hingga kardiovaskular. Logam Pb tersebut dapat berasal dari biji kopi robusta, dikarenakan tanaman kopi dapat menyerap logam dari tanah dan lingkungan yang selanjutnya akan disimpan di dalam bagian tanaman tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah terdapat kesesuaian kandungan logam Pb pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta dengan SNI 8861:2020.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember dan Laboratorium Pusat Biosains Politeknik Negeri Jember dengan cara mengaplikasikan metode maserasi untuk membuat ekstrak biji kopi robusta dengan pelarut etanol 96%. Selanjutnya ekstrak tersebut dengan konsentrasi 0,0625%; 0,125%; 0,25%; dan 0,5% dicampur dengan pasta plasebo hingga homogen dan terbentuk pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta. Pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta tersebut dilakukan uji cemaran logam Pb dengan menggunakan alat ukur Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yang dinyatakan dengan satuan Mg/kg.

Hasil uji cemaran logam Pb tersebut menunjukkan bahwa ekstrak biji kopi robusta tidak mengandung logam Pb dengan tertera hasil 'nd' atau 'not detected'. Sedangkan pada pasta plasebo terdapat kandungan logam Pb sebesar 1,382 Mg/kg. Selanjutnya pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta dengan berbagai konsentrasi terdapat kandungan logam Pb sebesar 1,626-1,866 Mg/kg.

Hal tersebut menunjukkan bahwa kemungkinan logam Pb yang terdapat pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta berasal dari pasta plasebonya. Hal tersebut kemungkinan dapat dipengaruhi karena adanya variabel pengganggu pada saat proses pembuatan pasta plasebo seperti bahan, alat, dan prosedur.

Kesimpulan dari penelitian ini diketahui bahwa pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta terdapat kandungan logam Pb yang lebih kecil dari ketentuan standard logam Pb yang ditentukan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 8861:2020 yaitu lebih kecil dari 20 Mg/kg

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini,

Skripsi ini tidak mungkin selesai tanpa pihak-pihak yang terus memberikan bimbingan dan dukungan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas berkat dan rahmatnya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
2. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng., IPM selaku Rektor Universitas Jember;
3. drg. Dwi Kartika Apriyono, M.Kes., Sp.OF(K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
4. drg.Peni Pujiastuti M.Kes Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memotivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
5. Dr. drg. Desi Sandra Sari, MDSc selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memotivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
6. Dr. drg.Amiyatun Naini M.Kes. selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Depi Praharani, M.Kes selaku Dosen Penguji Anggota yang menguji dengan memberikan kritik dan saran yang membangun pada penulisan skripsi ini;
7. Dr. drg. Desi Sandra Sari, MDSc selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan motivasinya.
8. Orang tua saya, Mama Milareni dan Papa Muchammad Noer Rodli yang telah memberi cinta, kasih sayang, dukungan moral dan material sejak saya lahir ke dunia hingga detik ini saya berada di dunia;
9. Kakak saya, Muchamad Noor Wahyu Alam yang telah memberikan doa dan dukungan;
10. Staf Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah membantu penelitian saya;
11. Staf Laboratorium Biosains Politeknik Negeri Jember yang telah membantu penelitian saya;

12. Tiara Putri, Nadia Hana, Salma Nova, Nur Laila, Pipik Taufiqur, Stevani Amelia, Fellycia Berlynn, Mokhammad Rofi, Indreswari Amila, Brigita Rachel yang telah kebersamai saya dalam suka maupun duka selama kurang lebih 3,5 tahun ini di masa preklinik;
13. Sahabat saya Fadya Putri Macdha dan Anggi Salwa yang selalu mendengarkan keluh kesah saya selama pengerjaan skripsi;
14. Teman-teman saya yang terlibat membantu dan menemani saya dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu-persatu;
15. Teman-teman angkatan seperjuangan “Staxigencia” Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember Angkatan 2021.

Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu kesehatan. Saya menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan

Jember, 6 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTO	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
ABSTRACT	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>).....	5
2.1.1 Deskripsi dan Klasifikasi Kopi Robusta.....	5
2.1.2 Kandungan Biji Kopi Robusta.....	5
2.2 Ekstrak Biji Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>).....	7
2.2.1 Definisi Ekstraksi.....	7
2.2.2 Metode Ekstraksi.....	7
2.3 Pasta Gigi.....	8
2.3.1 Definisi Pasta Gigi.....	8
2.3.2 Komposisi Pasta Gigi.....	8
2.3.3 Syarat Mutu Pasta Gigi Sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI)....	9

2.3.4	Pasta Gigi Dengan Ekstrak Biji Kopi Robusta.....	10
2.4	Uji Cemaran Logam.....	11
2.4.1	Definisi Uji Cemaran Logam.....	11
2.4.2	Kandungan Logam pada Pasta Gigi.....	11
2.4.3	Logam Pb pada Pasta Gigi.....	12
2.5	Kerangka Konsep Penelitian.....	12
2.6	Hipotesis.....	14
BAB 3.	Metode Penelitian.....	15
3.1	Jenis Penelitian.....	15
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	15
3.3	Variabel Penelitian.....	15
3.3.1	Variabel Bebas.....	15
3.3.2	Variabel Terikat.....	15
3.3.3	Variabel Terkendali.....	15
3.4	Definisi Operasional Variabel.....	15
3.4.1	Ekstrak Biji Kopi Robusta.....	15
3.4.2	Pasta gigi dengan ekstrak Biji Kopi Robusta.....	16
3.4.3	Uji Cemaran Logam Pb.....	16
3.5	Alat dan Bahan Penelitian.....	16
3.6	Sampel Penelitian.....	16
3.7	Prosedur Penelitian.....	17
3.7.1	Pembuatan Ekstrak Biji Kopi Robusta.....	17
3.7.2	Pembuatan Pasta Gigi Plasebo.....	17
3.7.3	Pembuatan Pasta gigi dengan ekstrak Biji Kopi Robusta.....	18
3.7.4	Uji Cemaran Logam Pb.....	18
3.8	Analisis Data.....	19
3.9	Alur Penelitian.....	20
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1	Hasil Penelitian.....	21
4.2	Analisis Data.....	23
4.3	Pembahasan.....	24
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	27

5.1	Kesimpulan.....	27
5.2	Saran.....	27
	DAFTAR PUSTAKA.....	28
	LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Kimia Biji Kopi Robusta	6
Tabel 2. 2 Kandungan Mineral Biji Kopi Robusta	6
Tabel 2. 3 Formulasi Pasta Gigi Plasebo	9
Tabel 2. 4 Syarat Mutu Pasta Gigi	10
Tabel 3. 1 Formulasi Pasta Gigi Plasebo	17
Tabel 4. 1 Kandungan Logam Pb Pada Pasta Gigi dengan Ekstrak Biji Kopi Robusta	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerangka konsep penelitian	14
Gambar 3. 1 Alur penelitian.....	20
Gambar 4. 1 Gambar Pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta	
Gambar 4. 2 Rata-Rata Kandungan Logam Pb Pada Pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian	33
Lampiran 2. Izin Penelitian	33
Lampiran 3. Prosedur Pembuatan Ekstrak Biji Kopi Robusta	33
Lampiran 4. Prosedur Pembuatan Pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta	33
Lampiran 5. Prosedur Uji Cemar Logam Pb	33
Lampiran 6. Laporan Hasil Uji Logam Pb	33

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

Singkatan/Istilah	Arti dan Keterangan
SLS	<i>Sodium Lauryl Sulfate</i>
ADA	<i>American Dental Association</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
MTT	<i>Microculture Tetrazolium Technique</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
TEA	<i>Trietanolamin</i>
SSA	Spektrofotometer Serapan Atom
Pb	Timbal
Cd	Cadmium
Hg	Raksa
As	Arsen
Cu	Tembaga
Cr	Kromium
Zn	Seng
K	Kalium
Mg	Magnesium
P	Fosfor
Na	Natrium
S	Sulfur
Ca	Kalsium
Mn	Mangan
Fe	Besi
Al	Aluminium
CaCO ₃	Kalsium karbonat
Ca ₃ (PO ₄) ₂	Kalsium fosfat
HCl	Asam klorida
HNO ₃	Asam Nitrat
µg	Mikrogram
kg	Kilogram
g	Gram
mg	Milligram
µm	Mikrometer
nm	Nanometer
m	Meter
cm	Sentimeter
mm	Milimeter
ml	Mililiter
°C	Derajat celcius
N	Normalitas
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>S. sanguis</i>	<i>Streptococcus sanguis</i>
<i>C. albicans</i>	<i>Candida albicans</i>

C	Konsentrasi logam pada kurva kalibrasi
V	Volume larutan
W	Bobot pasta gigi
nd	<i>Not detected</i>

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit periodontal merupakan peradangan pada jaringan sekitar gigi yang diawali dengan peradangan pada gingiva dengan kerusakan pada jaringan periodontal seperti sementum, tulang alveolar, dan ligamen periodontal (Newman *et al.*, 2024). Penyakit periodontal disebabkan adanya bakteri plak yang ditandai dengan kemerahan gingiva, *bleeding on probing* positif, pembentukan poket periodontal, dan kerusakan tulang alveolar (Wulandari *et al.*, 2023). Penyakit periodontal dapat dicegah dengan pengendalian plak, pengendalian plak dapat dilakukan secara kimiawi dan mekanis. Kontrol plak secara kimiawi yaitu berkumur menggunakan cairan antiseptik, sedangkan kontrol plak secara mekanis dapat dilakukan dengan menyikat gigi dan *flossing*. Kontrol plak secara mekanis terutama menyikat gigi diketahui efektif terhadap penurunan indeks plak, dikarenakan sifat plak yang sangat lengket sehingga lebih mudah dikurangi dengan cara mekanis (Adnyasari *et al.*, 2023).

Penggunaan pasta gigi dapat berfungsi untuk menguatkan gigi, memoles permukaan gigi menjadi halus, memberi rasa segar pada mulut, mengurangi bau mulut, menghilangkan plak, serta memelihara kesehatan gingiva (Octaviani *et al.*, 2020). Pasta gigi mengandung fluoride sebagai anti karies untuk mencegah kerusakan gigi. Namun, terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa asupan fluoride yang berlebihan dapat menyebabkan fluorosis, kanker, radang sendi, dan sering kali dikaitkan dengan gejala sakit perut dan gangguan pencernaan (Paul *et al.*, 2020). Dilaporkan juga bahwa pada pasta gigi berbahan sintesis terdapat kandungan *Sodium Lauryl Sulfate* (SLS) dengan konsentrasinya berkisar 1%-2% dalam pasta gigi (Reddy, S., 2018). Apabila kandungannya berlebihan dapat menyebabkan deskuamasi pada mukosa, iritasi atau peradangan pada mukosa mulut atau pada bagian dorsal lidah, ulserasi, dan reaksi toksik pada rongga mulut (Kasi *et al.*, 2022).

Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *American Dental Association* (ADA) menyarankan penggunaan bahan alami sebagai bahan pembuatan pasta gigi

dikarenakan tidak menimbulkan efek samping pada penggunaannya. Selain itu bahan alami juga relatif lebih mudah ditemukan dan murah harganya (Suparno *et al.*, 2021). Bahan alami yang dapat ditambahkan pada pasta gigi adalah biji kopi robusta yang merupakan salah satu hasil dari perkebunan di Kabupaten Jember (Badri, 2018). Pada biji kopi robusta mengandung kafein, asam klorogenat, trigonelin, dan flavonoid yang bersifat antiinflamasi, antibakteri, dan antioksidan (Wulandari *et al.*, 2023). Dari kandungannya tersebut diketahui bahwa kandungan asam klorogenat dan flavonoid pada biji kopi robusta lebih tinggi dibandingkan biji kopi arabika, sehingga aktivitas bakteristatiknya lebih tinggi dibandingkan biji kopi arabika (Wijaya *et al.*, 2016). Selain itu, dilaporkan bahwa pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Porphyromonas gingivalis* (Wulandari *et al.*, 2023), *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (Farahdila *et al.*, 2024), dan *Treponema denticola* (Perdana *et al.*, 2024). Terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak biji kopi robusta pada pasta gigi, semakin berpotensi untuk mengurangi pembentukan plak dan mengurangi peradangan pada gingivitis (Pujiastuti *et al.*, 2023). Kandungan ekstrak biji kopi robusta dapat digunakan pada konsentrasi 0,0625%; 0,125%; 0,25%; dan 0,5% dikarenakan konsentrasi tersebut saat diuji dengan MTT diketahui relatif biokompatibel sehingga aman untuk digunakan (Sari *et al.*, 2022).

Pembuatan pasta gigi ini selanjutnya perlu dilakukan pengujian untuk memperoleh formula yang baik dan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) (Tomayahu *et al.*, 2021). Syarat mutu pasta gigi ditujukan untuk menentukan dan menjaga kualitas serta keamanan sebuah produk. Uji cemaran logam dapat dilakukan sebagai salah satu uji untuk melihat mutu pasta gigi dan untuk mengetahui kadar logam berat seperti logam timbal, arsen, dan merkuri serta mengetahui batas aman kandungan logam-logam tersebut untuk dikonsumsi manusia (Dewi, 2022). Berdasarkan SNI pada tahun 2020, uji cemaran logam yang perlu diteliti dalam pembuatan pasta gigi yaitu logam Timbal (Pb), arsen (As), raksa (Hg), dan cadmium (Cd). Cemaran logam berat dalam pasta gigi dapat menjadi berbahaya apabila tertelan di atas jumlah tingkat toleransinya dan

penggunaan sehari-hari mungkin berdampak buruk terhadap kesehatan secara signifikan (Paul *et al.*, 2020). Berdasarkan SNI pada tahun 2020, kandungan cemaran logam Pb pada pasta gigi maksimal sejumlah 20 Mg/kg (SNI, 2020). Logam Pb digolongkan sebagai unsur logam non-esensial dikarenakan belum diketahui manfaatnya di dalam tubuh (Pangesti *et al.*, 2020). Logam timbal dapat menyebabkan gangguan pada saluran kemih, syaraf, endokrin, reproduksi, hingga kardiovaskular (Putri & Idayani, 2024). Selain itu komplikasi akibat Pb juga berdampak pada tulang dan gigi di mana dapat menyebabkan karies gigi yang menyeluruh (Herman, 2019). Kandungan logam Pb berbahaya bagi kesehatan tubuh manusia, terutama apabila tertelan maka logam tersebut dapat terus mengendap di dalam tubuh (Kusumastuti *et al.*, 2020).

Secara alami, biji kopi robusta tidak mengandung logam berat timbal. Namun, diketahui bahwa logam berat tersebut memiliki kemampuan untuk terserap dalam tanaman maupun makanan. Tanaman kopi dapat menyerap logam dari tanah dan lingkungan yang selanjutnya akan disimpan dalam daun, akar, dan biji-bijian (Massoud *et al.*, 2022). Penggunaan pupuk, fungisida, insektisida, herbisida, dan jenis racun lain ke dalam tanaman berkontribusi terhadap kandungan logam dalam tanaman (Khairuddin & Syukur., 2018). Salah satu pupuk yang mengandung logam Pb cukup besar yaitu pupuk fosfat dan golongan karbamat pada merk *dithane* (Alamsyah & Arif., 2021; Samsulaga & Wimpy., 2022). Dalam penelitian yang dilakukan Winiarska *et al.* pada tahun 2021, pada sampel biji kopi robusta yang berasal dari India diketahui memiliki kandungan logam Pb sebesar 0,03804 Mg/kg dalam bentuk kopi bubuk kering, sebesar 0,002143 Mg/kg dalam bentuk ampas kopi, sebesar 0,03689 Mg/kg dalam bentuk kopi seduh. Selain itu pada sampel biji kopi robusta yang berasal dari Vietnam diketahui memiliki kandungan logam Pb sebesar 0,05436 Mg/kg dalam bentuk kopi bubuk kering, sebesar 0,001250 Mg/kg dalam bentuk ampas kopi, sebesar 0,05311 Mg/kg dalam bentuk kopi seduh. Dalam penelitian lain oleh Kartikawati *et al.* pada tahun 2023 juga ditemukan adanya logam Pb pada sampel bubuk kopi robusta sebesar 0,050 Mg/kg.

Paul *et al.* pada tahun 2020 melakukan penelitian terhadap 10 sampel pasta gigi komersil di Bangladesh untuk melihat ada atau tidaknya kandungan logam berat pada pasta gigi komersil tersebut. Hasil menunjukkan keseluruhan sampel pasta gigi komersil terdapat kandungan dari logam berat seperti timbal (Pb), arsen (As), dan tembaga (Cu), namun kandungannya tidak melebihi batas normalnya. (Paul *et al.*, 2020). Selain itu dilakukan penelitian pasta gigi dengan tiga kategori berbeda antara lain pasta gigi herbal, pasta gigi konvensional, dan pasta gigi anak. Dari keseluruhan pasta gigi tersebut, semuanya mengandung kandungan logam berat seperti timbal (Pb), kromium (Cr), merkuri (Hg), dan cadmium (Cd) (Vella & Attard, 2019). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Lawi *et al.* pada tahun 2023 yang dilakukan pada pasta gigi herbal, ditemukan kandungan logam seng (Zn) dan timbal (Pb) yang masih berada pada batas standar WHO.

Sampai saat ini belum ada penelitian tentang kandungan logam Pb dalam pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta. Oleh karena itu, perlu dilakukannya uji cemaran logam terutama logam Pb pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 0,0625%; 0,125%; 0,25%; dan 0,5% untuk mempersiapkan pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta sebagai produk alternatif dalam mengurangi plak.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah kandungan logam Pb pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) dengan konsentrasi 0,0625%; 0,125%; 0,25%; dan 0,5% sesuai dengan SNI 8861:2020?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengkaji kesesuaian kandungan logam Pb pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) dengan konsentrasi 0,0625%; 0,125%; 0,25%; dan 0,5% dengan SNI 8861:2020.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar ilmiah dalam mengetahui jumlah kandungan logam Pb pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) dengan konsentrasi 0,0625%; 0,125%; 0,25%; dan 0,5% dalam memenuhi SNI 8861:2020.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

2.1.1 Deskripsi dan Klasifikasi Kopi Robusta

Kopi robusta merupakan salah satu jenis kopi yang sering dijumpai di Indonesia. Kopi jenis ini berkembang optimal pada ketinggian 300-500 meter di atas permukaan laut, dengan kemiringan lahan tidak lebih dari 45° dan kedalaman tanah efektif setidaknya 100 cm. Selain itu, kopi robusta tumbuh paling baik di wilayah dengan curah hujan tahunan antara 2000-3000 mm dan intensitas cahaya kurang dari 80%. Buah kopi ini membutuhkan waktu sekitar 6-11 bulan untuk mencapai kematangan. Berikut adalah taksonomi dari kopi robusta (Putri *et al.*, 2019):

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Subdivisio : Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Kelas : Magnoliopsida
Bangsa : Rubiales
Suku : Rubiaceae
Marga : Coffea
Jenis : *Coffea canephora*

2.1.2 Kandungan Biji Kopi Robusta

Pada biji kopi robusta terdapat kandungan yang tidak mudah menguap (*nonvolatile*) yang air, serat, karbohidrat, protein, asam amino bebas, lipid, asam organik, mineral, trigonelin, asam klorogenat, dan kafein (Tabel 2.1). Kadar asam klorogenat dan kafein dalam biji kopi robusta diketahui lebih tinggi jika dibandingkan dengan biji kopi arabika (Farah, 2012). Dengan demikian, biji kopi robusta memiliki aktivitas bakteriostatik yang lebih kuat daripada biji kopi arabika (Wijaya *et al.*, 2016).

Tabel 2. 1 Kandungan Kimia Biji Kopi Robusta (Farah, 2012)

No.	Komponen	Biji Kopi Robusta Mentah (g/100g)
1.	Sukrosa	0.9-4.0
2.	Gula Pereduksi	0.4
3.	Polisakarida	48-55
4.	Lignin	3.0
5.	Pectin	2.0
6.	Protein/Peptida	11.0-15.0
7.	Asam Amino Bebas	0.8-1.0
8.	Kafein	1.5-2.5
9.	Trigonelline	0.6-0.7
10.	Minyak Kopi (Trigliserida, Sterol/Tocoperol)	7.0-10.0
11.	Diterpen	0.2-0.8
12.	Mineral	4.4-4.5
13.	Asam Klorogenat	6.1-11.3
14.	Asam Alifatik	1.0
15.	Asam Quinie	0.4

Selain kandungan kimia, terdapat kandungan mineral yang ada pada biji kopi robusta seperti kalium, magnesium, fosfor, natrium, sulfur, kalsium, mangan, besi, aluminium, tembaga, dan seng (Tabel 2.2).

Tabel 2. 2 Kandungan Mineral Biji Kopi Robusta (Mulato, 2012)

No.	Kandungan	Jumlah
1.	Kalium (K)	1,916%
2.	Magnesium (Mg)	0,2347%
3.	Fosfor (P)	0,211%
4.	Natrium (Na)	0,1467%
5.	Sulfur (S)	0,1431%
6.	Kalsium (Ca)	0,0934%
7.	Mangan (Mn)	0,0029%
8.	Besi (Fe)	0,0021%
9.	Aluminium (Al)	0,0013%
10.	Tembaga (Cu)	0,00125%
11.	Seng (Zn)	0,000787%

Winiarska *et al.* pada tahun 2021 melakukan penelitian pada sampel biji kopi robusta yang berasal dari India diketahui memiliki kandungan logam Pb sebesar 0,03804 Mg/kg dalam bentuk kopi bubuk kering, sebesar 0,002143 Mg/kg dalam bentuk ampas kopi, sebesar 0,03689 Mg/kg dalam bentuk kopi seduh. Selain itu pada sampel biji kopi robusta yang berasal dari Vietnam diketahui memiliki kandungan logam Pb sebesar 0,05436 Mg/kg dalam bentuk kopi bubuk kering,

sebesar 0,001250 Mg/kg dalam bentuk ampas kopi, sebesar 0,05311 Mg/kg dalam bentuk kopi seduh. Penelitian lain yang dilakukan oleh Kartikawati *et al.* pada tahun 2023 juga ditemukan adanya logam Pb pada sampel bubuk kopi robusta sebesar 0,050 Mg/kg.

2.2 Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

2.2.1 Definisi Ekstraksi

Agar dapat menambahkan kandungan kopi robusta ke dalam pasta gigi, kopi robusta tersebut harus dilakukan ekstraksi terlebih dahulu. Ekstraksi adalah metode untuk memisahkan suatu zat dari campurannya dengan memanfaatkan pelarut. Pelarut yang biasa digunakan untuk senyawa organik antara lain seperti etanol, eter, karbon, aseton, tetra klorida, methanol, petroleum eter, dan heksana (Hadi & Permatasari, 2019). Proses ekstraksi dikatakan selesai apabila tercapai keseimbangan dari konsentrasi senyawa pelarut dengan konsentrasi dalam simplisia (Sudarwati & Fernanda, 2019). Selanjutnya dari proses ekstraksi tersebut akan menghasilkan suatu ekstrak.

2.2.2 Metode Ekstraksi

Menurut Sudarwati dan Fernanda pada tahun 2019, metode ekstraksi dibedakan berdasarkan ada dan tidaknya proses pemanasan saat melakukan proses ekstraksi.

1. Ekstraksi tanpa pemanasan (Cara dingin)

Metode ini dilakukan tanpa adanya proses pemanasan dengan tujuan untuk menghindari adanya kerusakan senyawa saat pemanasan. Ekstraksi dengan cara dingin ini terdapat dua metode yaitu metode maserasi dan perkolasi.

2. Ekstraksi dengan pemanasan (Cara Panas)

Metode ini dilakukan dengan adanya pemanasan dengan tujuan mempercepat proses penyarian. Dalam melakukan ekstraksi dengan cara panas ini terdapat tiga metode yaitu dengan metode reflux, soxhlet, dan infusa.

Pada proses ekstraksi biji kopi robusta dilakukan menggunakan metode maserasi dikarenakan alat alat yang digunakan cenderung sederhana dan proses

ini tidak melalui proses pemanasan, sehingga diharapkan senyawa dalam biji kopi robusta tidak rusak/terurai saat dilakukan proses ekstraksi. Maserasi adalah teknik ekstraksi sederhana dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari, yang dilakukan berulang kali konsentrasi larutan di dalam dan luar sel mencapai keseimbangan (Sudarwati & Fernanda, 2019).

2.3 Pasta Gigi

2.3.1 Definisi Pasta Gigi

Pasta gigi adalah bahan semi-solid yang berfungsi untuk membersihkan deposit alami pada gigi ketika digunakan bersama sikat gigi (Muntean et al., 2019). Penggunaannya membantu secara mekanis membersihkan sisa makanan dari gigi, menghilangkan bau mulut, serta mengatasi plak (Nitasari et al., 2022).

Dengan perkembangan zaman, berbagai inovasi telah dilakukan pada pasta gigi dengan menambahkan bahan-bahan yang mendukung kesehatan gigi. Penambahan bahan-bahan tersebut harus memenuhi standar keamanan dan efektivitas, serta mendapatkan persetujuan dari *American Dental Association* (Putra et al., 2017). Pada 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 (Nitasari et al., 2022).

2.3.2 Komposisi Pasta Gigi

Komposisi pasta gigi terdiri atas bahan aktif dan bahan inaktif. Bahan aktif berfungsi memberikan efek terapeutik, sementara bahan inaktif berperan dalam memberikan kekentalan, mengikat komponen tertentu, serta memberikan warna atau rasa pada pasta gigi (Suparno et al., 2021). Berdasarkan kandungannya yang beragam, mengakibatkan pasta gigi tersedia dalam beberapa jenis di pasaran (Asura & Danan, 2021). Menurut Reddy pada tahun 2018, mengemukakan bahwa kandungan pada pasta gigi antara lain:

1. Bahan abrasif: 20%-40% seperti CaCO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
2. Humectant: sebagai bahan pelembab, 20%-40% seperti *gliserin, manitol, sorbitol, propylene glycol*

3. Bahan pengawet: seperti *benzoic acid*
4. Bahan pengental: seperti *sodium carboxy-methyl*
5. Air: 20%-40%
6. Detergent (Bahan pembuat basa): 1%-2% seperti *sodium lauryl sulphate*
7. Bahan perasa/pemanis: Bahan perasa yaitu 2% *essential oils* atau perasa buatan. Bahan pemanis seperti *sorbitol, saccharine, mannitol*
8. *Desensitizing agents*: lebih besar dari 2% seperti *sodium fluoride, potassium nitrate, garam strontium, formalin*
9. Pewarna: kurang dari 1%
10. Bahan anti karies: *sodium fluoride, sodium monofluorophosphate, formalin.*

Dalam pembuatan pasta plasebo dilakukan dengan mencampurkan berbagai bahan, antara lain:

Tabel 2. 3 Formulasi Pasta Gigi Plasebo (Prasasti, et al. 2022)

No.	Bahan	Jumlah
1.	Kalsium Karbonat	29%
2.	Magnesium Karbonat	26%
3.	Propilen Glikol	8%
4.	Gliserin	6%
5.	TEA (<i>Trietanolamin</i>)	4%
6.	<i>Oleum Menthae Piperithae</i>	2%
7.	Akuades Steril	25%

2.3.3 Syarat Mutu Pasta Gigi Sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI)

Pembuatan pasta gigi harus dibuat sesuai dengan syarat mutunya untuk menjaga keamanan dan kualitas dari pasta gigi tersebut. Dalam menentukan kualitas tersebut dapat dilakukan dengan beberapa pengujian. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memperoleh formula pasta gigi yang optimal dan memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) (Tomayahu et al., 2021). Untuk mengetahui syarat mutu pasta gigi dapat menggunakan acuan SNI 8861:2020 (Tabel 2.4).

Tabel 2. 4 Syarat Mutu Pasta Gigi (SNI, 2020)

No	Kriteria	Satuan	Persyaratan	
			Pasta Gigi Dewasa	Pasta Gigi Anak
1.	Sukrosa atau Karbohidrat lain yang dapat terfermentasi	-	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeksi
2.	pH (5% larutan)	-	6-10	6-9
3.	Formaldehida sebagai formaldehida bebas	fraksi massa, %	Maksimal 0,1	Maksimal 0,1
4.	Fluor bebas	fraksi massa, %	Maksimal 0,15	Maksimal 0,15
5.	Cemaran Logam			
	Pb	Mg/kg	Maksimal 20,0	Maksimal 20,0
	Kadmium (Cd)	Mg/kg	Maksimal 5,0	Maksimal 5,0
	Raksa (Hg)	Mg/kg	Maksimal 1,0	Maksimal 1,0
	Arsen (As)	Mg/kg	Maksimal 5,0	Maksimal 5,0
6.	Cemaran Mikroba			
	Angka lempeng total	Koloni/g	Maksimal 5×10^2	Maksimal 5×10^2
	Angka kapang dan khamir	Koloni/g	Maksimal 5×10^2	Maksimal 5×10^2
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni/g	Negatif	Negatif
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Koloni/g	Negatif	Negatif
	<i>Candida albicans</i>	Koloni/g	Negatif	Negatif

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Paul *et al.* pada tahun 2020, dilakukan penelitian terhadap 10 sampel pasta gigi komersil di Bangladesh untuk melihat ada atau tidaknya kandungan logam berat pada pasta gigi komersil tersebut. Hasil menunjukkan keseluruhan sampel pasta gigi komersil terdapat kandungan dari logam berat seperti timbal (Pb), arsen (As), dan tembaga (Cu), namun kandungannya tidak melebihi batas normalnya. (Paul *et al.*, 2020). Selain itu dilakukan penelitian pasta gigi dengan tiga kategori berbeda antara lain pasta gigi herbal, pasta gigi konvensional, dan pasta gigi anak. Dari keseluruhan pasta gigi tersebut, semuanya mengandung kandungan logam berat seperti timbal (Pb), kromium (Cr), merkuri (Hg), dan kadmium (Cd) (Vella & Attard, 2019). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Lawi *et al.* pada tahun 2023 yang

dilakukan pada pasta gigi herbal, ditemukan kandungan logam seng (Zn) dan timbal (Pb) yang masih berada pada batas standar WHO.

2.3.4 Pasta Gigi Dengan Ekstrak Biji Kopi Robusta

Pada pasta gigi, salah satu bahan herbal yang bisa ditambahkan ke dalamnya yaitu ekstrak biji kopi robusta. Hal tersebut dikarenakan komoditasnya yang sangat tinggi di Indonesia hingga menguasai pasar nasional. Selain itu, pada biji kopi robusta juga diketahui memiliki peran sebagai antimikroba dikarenakan terdapat kandungan kafein, trigonelline, senyawa fenolik, dan juga asam klorogenat (Sari *et al.*, 2021). Senyawa fenolik berperan sebagai antimikroba dengan cara mengubah fungsi dari membrane sitoplasma, membuat system enzim bakteri menjadi nonaktif, dan juga memungkinkan metabolit kunci untuk bergerak keluar. Selain itu juga terdapat kandungan flavonoid yang memiliki kemampuan untuk menghambat peningkatan pertumbuhan bakteri (Prasasti *et al.*, 2022).

Pada pasta gigi yang diberi ekstrak biji kopi robusta terdapat kandungan polifenol, flavonoid, trigonelin, dan kafein yang dapat menghambat dari pertumbuhan *S. aureus*, *S. sanguis*, dan *C. albicans*. Selain itu, pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta juga diketahui aman untuk digunakan dikarenakan tidak mempengaruhi kekerasan dan kekasaran dari permukaan gigi sehingga diketahui pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta tidak abrasive. Pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta juga dapat mengurangi terjadinya demineralisasi dikarenakan adanya kandungan antioksidan di dalamnya (Dewanti *et al.*, 2023).

2.4 Uji Cemar Logam

2.4.1 Definisi Uji Cemar Logam

Pengujian yang dapat dilakukan untuk menilai mutu pasta gigi adalah uji cemaran logam. Uji ini bertujuan untuk mengukur kadar logam berat, seperti arsen, timbal, kadmium, dan merkuri, serta untuk mengetahui keberadaan kandungan logam-logam tersebut dalam pasta gigi (Dewi, 2022).

2.4.2 Kandungan Logam pada Pasta Gigi

Kandungan logam pada pasta gigi dapat berbahaya apabila tidak sengaja tertelan atau dikonsumsi akan dapat menimbulkan masalah pada kesehatan.

Keberadaan logam tersebut kemungkinan disebabkan dari adanya kontaminasi yang tidak disengaja, terutama saat dilakukan penambahan bahan bahan saat proses produksi. Terdapat dua jenis logam yang terkandung dalam pasta gigi yaitu kandungan logam berat dan kandungan logam lain yang berada dalam jumlah kecil. Kandungan logam berat seperti logam Timbal (Pb), arsen (As), raksa (Hg), dan cadmium (Cd) yang dianggap merugikan kesehatan manusia, sedangkan logam lain seperti seng (Zn), tembaga (Cu), dan besi (Fe) mungkin diperlukan dalam jumlah kecil dan dalam batas tertentu. Badan pengawas memberikan wawasan tentang batasan terkait logam berat, sehingga seringkali penelitian lebih memfokuskan kepada kandungan dari logam berat pada pasta gigi (Vella & Attard, 2019).

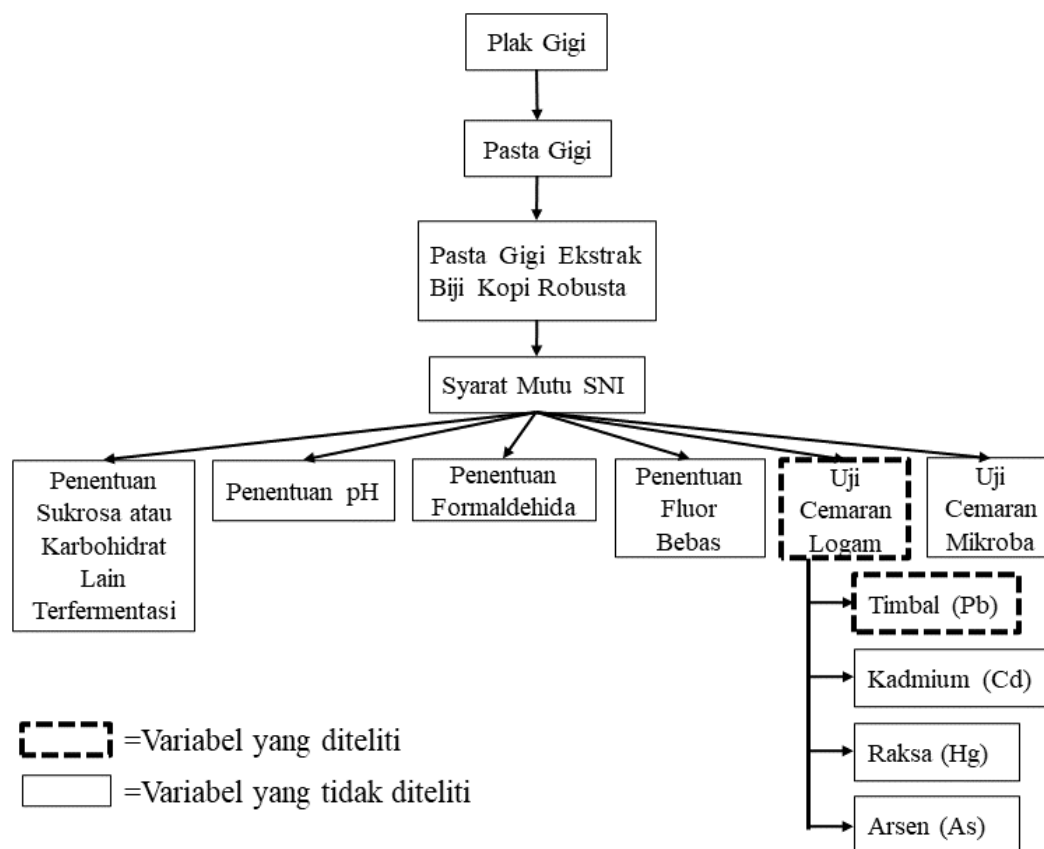
2.4.3 Logam Pb pada Pasta Gigi

Timbal dianggap sebagai salah satu zat alami yang melimpah di bumi, sedangkan fungsinya belum diketahui dalam tubuh manusia. Timbal sering kali secara tidak sengaja ditambahkan ke produk pasta gigi yang mungkin terkandung pada bahan mineral yang ditambahkan pada pasta gigi. Beberapa penelitian menemukan bahwa sebagian besar pasta gigi memiliki kadar Pb melebihi batas yang dianjurkan (Vella, & Attard, 2019). Berdasarkan SNI pada tahun 2020, diketahui jumlah maksimum logam timbal pada pasta gigi sebesar 20 Mg/kg. Apabila kandungannya melebihi batas maksimum yang ditetapkan dapat menimbulkan beberapa dampak berbahaya. Gejala klinis yang berhubungan dengan keracunan Pb berkisar dari gejala subklinis seperti kehilangan nafsu makan, sakit perut, dan sakit kepala hingga komplikasi yang lebih parah dapat mengancam jiwa seperti disfungsi ginjal, kerusakan otak, dan kelumpuhan (Vella, & Attard, 2019). Selain itu komplikasi akibat Pb juga berdampak pada tulang dan gigi di mana dapat menyebabkan karies gigi yang menyeluruh (Herman, 2019).

2.5 Kerangka Konsep Penelitian

Plak gigi dapat dikurangi dengan menyikat gigi dengan pasta gigi. Pasta gigi ini bisa diperkaya dengan bahan herbal untuk meningkatkan manfaatnya. Salah satu bahan herbal yang dapat digunakan adalah biji kopi robusta. Dalam

pembuatan pasta gigi berbahan ekstrak biji kopi robusta, langkah pertama adalah membuat pasta plasebo yang terdiri dari bahan-bahan seperti kalsium karbonat, magnesium karbonat, propilen glikol, gliserin, TEA (Trietanolamin), dan minyak peppermint. Setelah itu, ekstrak biji kopi robusta yang telah dibuat ditambahkan ke dalam pasta plasebo tersebut. Pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta dipilih untuk menjadi produk alternatif penyakit gigi dan mulut dikarenakan mempunyai efek antibakteri yang membantu mengurangi penumpukan plak. Pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta tersebut perlu melalui proses pengujian sesuai dengan standar mutu SNI agar dapat aman digunakan dan untuk mengetahui kualitas dari produk tersebut. Salah satu pengujian yang dilakukan adalah uji cemaran logam, yang bertujuan untuk mendeteksi adanya kandungan logam serta untuk mengetahui kadar cemaran logam yang terkandung dalam pasta gigi tersebut. Diharapkan kandungan logam yang berada pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta tersebut tidak melebihi ambang batas yang sudah ditentukan oleh SNI. Macam-macam kandungan logam yang perlu diamati sesuai dengan SNI yaitu kandungan logam Pb, Cd, Hg, As. Kandungan logam yang diteliti yaitu kandungan logam Pb pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta maupun pada pasta gigi plasebo dan pada ekstrak biji kopi robusta (Gambar 2.1).



Gambar 2. 1 Kerangka konsep penelitian

2.6 Hipotesis

Terdapat kesesuaian kandungan Pb pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) dengan konsentrasi 0,0625%; 0,125%; 0,25%; dan 0,5% dengan SNI 8861:2020.

BAB 3. Metode Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah analisis laboratoris dikarenakan hasil cecairan logam Pb yang didapatkan selanjutnya dianalisis berdasarkan dengan ketentuan SNI 8861:2020.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember dan di Laboratorium Biosains Politeknik Negeri Jember pada bulan Juli-Agustus 2024.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta pada konsentrasi 0,0625%; 0,125%; 0,25%; dan 0,5%.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu jumlah kandungan logam Pb pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta.

3.3.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol dalam penelitian ini yaitu cara pembuatan pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta dan cara pengujian cecairan logam.

3.4 Definisi Operasional Variabel

3.4.1 Ekstrak Biji Kopi Robusta

Biji kopi robusta diperoleh dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember. Selanjutnya digiling dan disaring dengan ayakan 40 mesh dan diekstraksi secara maserasi dengan larutan etanol 96% selama tiga hari hingga diperoleh ekstrak semi padat dengan konsentrasi 100%.

3.4.2 Pasta gigi dengan ekstrak Biji Kopi Robusta

Pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta merupakan pasta gigi plasebo yang ditambahkan ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 0,0625%; 0,125%; 0,25%; dan 0,5%. Berat pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta diukur menggunakan neraca analitik dengan skala gram. Pasta plasebo dihasilkan dari pencampuran bahan kalsium karbonat, magnesium karbonat, propilen glikol, gliserin, TEA (*Trietanolamin*), *Oleum menthae piperithae*, akuades steril.

3.4.3 Uji Cemaran Logam Pb

Uji cemaran logam bertujuan untuk mengukur kandung logam berat Pb dalam pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Shimadzu AA-7000, dengan hasil yang dinyatakan dalam satuan Mg/kg

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut; *handscoon*, masker, jas laboratorium, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Shimadzu AA-7000 beserta kelengkapannya (lampu Pb) terkalibrasi, tanur, pemanas listrik, penangas air, neraca analitik ketelitian 0,1 mg, pipet tetes iwaki, pipet ukur, labu ukur, gelas ukur iwaki, gelas piala, gelas beaker iwaki, gelas arloji, botol polipropilen, cawan porselen/kuarsa/platina, kertas saring tidak berabu dengan partikel *retention* 20 μm dan 25 μm .

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut; ekstrak biji kopi robusta kalsium karbonat (CaCO_3), magnesium karbonat, magnesium oksida, propilen glikol, gliserin, TEA (*Trietanolamin*), menthol, *Oleum menthae piperithae*, asam nitrat (HNO_3) pekat, asam klorida (HCl) pekat, larutan asam nitrat 0,1 N, air suling dengan dua kali penyulingan, larutan baku uji Pb.

3.6 Sampel Penelitian

Sampel penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta yang dilakukan pengujian secara duplo. Duplo merupakan proses pengerjaan sampel sebanyak dua kali secara bersamaan dan

dilanjutkan dengan penghitungan hasilnya (Rimantho, et al. 2016). Kelompok sampel pada penelitian ini digolongkan dalam 6 kelompok antara lain.

1. Kontrol (-): pasta gigi plasebo
2. Kontrol (+): ekstrak biji kopi robusta
3. Perlakuan 1: pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 0,0625%
4. Perlakuan 2: pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 0,125%
5. Perlakuan 3: pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 0,25%
6. Perlakuan 4: pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 0,5%

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Pembuatan Ekstrak Biji Kopi Robusta

Prosedur pembuatan ekstrak biji kopi robusta diproduksi dengan metode maserasi. Biji kopi Robusta hijau sebanyak 500 g dicuci, dikeringkan, kemudian digiling dan diayak hingga menjadi bubuk halus dengan menggunakan ayakan 40 mesh. Selanjutnya dilakukan maserasi dalam 5.000 ml larutan etanol 96% lalu diaduk setiap hari hingga hari ketiga. Evaporasi etanol pada filtrat menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 45°C kemudian dilakukan pemekatan yang diproses dengan menggunakan waterbath pada suhu 50°C hingga berbentuk ekstrak kental dengan konsentrasi 100% (Utami *et al*, 2019).

3.7.2 Pembuatan Pasta Gigi Plasebo

Untuk membuat pasta, masukkan semua bahan plasebo seperti kalsium karbonat, magnesium karbonat, propilen glikol, gliserin, TEA (*Trietanolamin*), *Oleum menthae piperithae*, akuades steril ke dalam mortar dan campur dengan pestle hingga berbentuk pasta. Selanjutnya pasta dimasukkan ke dalam wadah kedap udara (Sari *et al.*, 2024).

Tabel 3. 1 Formulasi Pasta Gigi Plasebo (Prasasti, et al. 2022)

No.	Bahan	Jumlah
1.	Kalsium Karbonat	29%
2.	Magnesium Karbonat	26%
3.	Propilen Glikol	8%
4.	Gliserin	6%
5.	TEA (<i>Trietanolamin</i>)	4%
6.	<i>Oleum Menthae Piperithae</i>	2%
7.	Akuades Steril	25%

3.7.3 Pembuatan Pasta gigi dengan ekstrak Biji Kopi Robusta

Pasta gigi plasebo yang sudah jadi selanjutnya ditambahkan ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 0,0625%, 0,125%, 0,25%, dan 0,5%. Konsentrasi 0,0625% didapatkan dengan mencampurkan 99,9375 gram pasta gigi plasebo dengan 0,0625 gram ekstrak biji kopi robusta. Konsentrasi 0,125% didapatkan dengan mencampurkan 99,875 gram pasta gigi plasebo dengan 0,125 gram ekstrak biji kopi robusta. Konsentrasi 0,25% didapatkan dengan mencampurkan 99,75 gram pasta gigi plasebo dengan 0,25 gram ekstrak biji kopi robusta. Konsentrasi 0,5% didapatkan dengan mencampurkan 99,5 gram pasta gigi plasebo dengan 0,5 gram ekstrak biji kopi robusta. Setelah ekstrak biji kopi robusta ditambahkan, campuran dapat diaduk hingga tercampur merata. Setelah tercampur merata, hasilnya dapat dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan diberi label (Sari et al., 2024).

3.7.4 Uji Cemarkan Logam Pb

Prosedur tahapan uji cemarkan logam Pb dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (SNI, 2020):

- a. Menimbang ($10 \pm 0,05$) g pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta ke dalam cawan porselen/kuarsa/platina;
- b. Menempatkan cawan berisi pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta di atas pemanas listrik lalu dipanaskan secara bertahap hingga pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta tidak berasap lagi;
- c. Melanjutkan pengabuan dalam tanur (450 ± 5) °C hingga abu berwarna putih bebas dari karbon;
- d. Jika abu masih mengandung karbon yang terlihat dari warnanya yang keabu-abuan, basahi dengan beberapa tetes air dan tambahkan HNO₃ pekat sedikit-sedikit (sekitar 0,5 hingga 3 mL);
- e. Meringkakan cawan di atas pemanas listrik, lalu masukkan kembali ke dalam tanur pada suhu (450 ± 5) °C untuk melanjutkan pemanasan hingga abu berubah menjadi putih. Jika perlu, tambahkan HNO₃ pekat lagi jika abu belum berwarna putih;

- f. Melarutkan abu hasil pengabuan dengan 5 mL HCl 6 N, sambil dipanaskan di atas pemanas listrik atau penangas air hingga kering, kemudian larutkan dengan 10 mL HNO₃ 0,1 N, masukkan ke dalam labu ukur 50 mL, dan tambah air suling hingga tanda garis. Penyaringan dengan kertas saring dapat dilakukan jika diperlukan;
- g. Menyiapkan blanko dengan penambahan pereaksi dan perlakuan yang sama seperti pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta;
- h. Membaca absorban 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;
- i. Membuat kurva kalibrasi antara konsentrasi logam ($\mu\text{g/mL}$) sebagai sumbu X dan absorbansi sebagai sumbu Y;
- j. Melakukan plot hasil pembacaan larutan pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta terhadap kurva kalibrasi (C);
- k. Menghitung kandungan logam dalam pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta

$$\text{Kandungan Logam } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}}\right) = \frac{C}{W} \times V$$

Keterangan:

C adalah konsentrasi logam dari kurva kalibrasi ($\mu\text{g/mL}$);

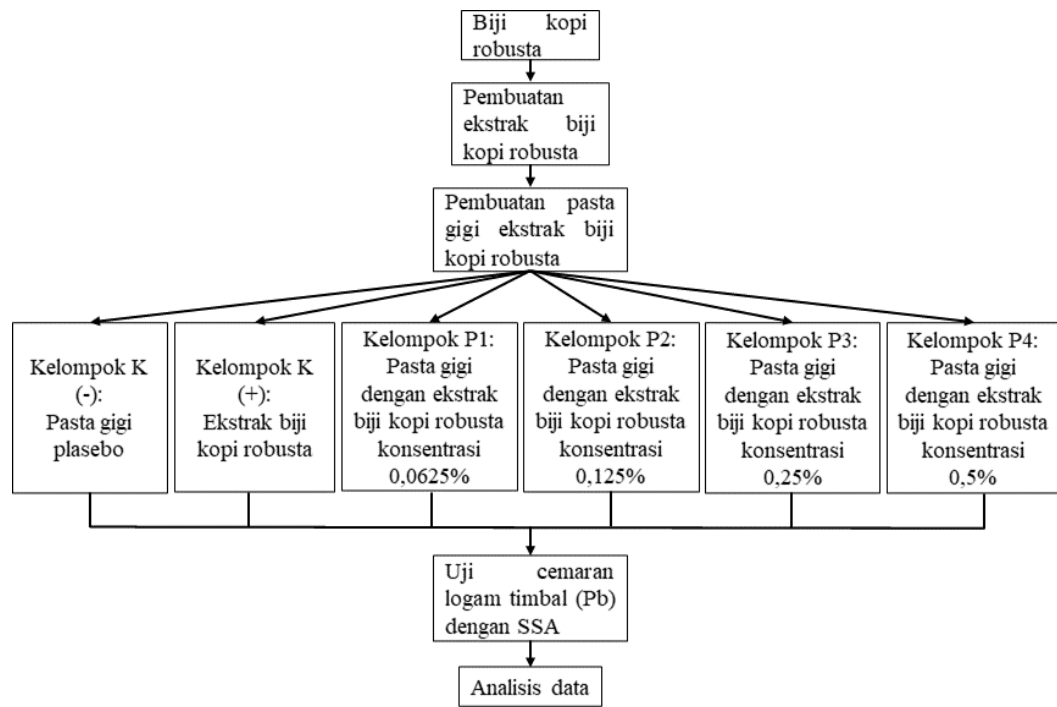
V adalah volume larutan akhir (mL);

W adalah bobot pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta (g)

3.8 Analisis Data

Data nilai kandungan logam timbal dinyatakan sesuai dengan hasil pembacaan SSA yang ada pada tiap kelompok perlakuan dan dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan kesesuaian hasil yang keluar pada SSA dengan ketentuan dari SNI 8861:2020 dan selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel.

3.9 Alur Penelitian

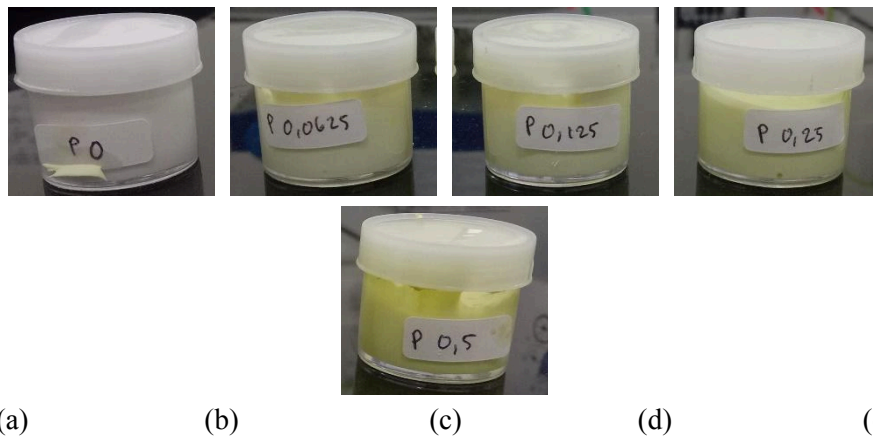


Gambar 3. 1 Alur penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan pasta plasebo, pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 0.0625%, pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 0.125%, pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 0.25%, dan pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 0.5% yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini (Gambar 4.1).



(a) K(-), pasta plasebo; (b) P1, pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta 0.0625%; (c) P2, pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta 0.125%; (d) P3, pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta 0.25%; (e) P4, pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta 0.5%

Gambar 4. 1 Gambar Pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta

Dari kelompok sampel yang telah dihasilkan tersebut, selanjutnya dilakukan pengujian cemaran logam Pb dengan SSA Shimadzu AA-7000 untuk mengetahui kandungan logam Pb nya. Pengujian dilakukan berulang sebanyak dua kali untuk tiap kelompok perlakuan yang selanjutnya hasilnya dilakukan perhitungan rata-ratanya dan disajikan dalam bentuk tabel. Hasil perhitungan tersebut selanjutnya disesuaikan dengan spesifikasi metode yang sesuai pada SNI 8861:2020.

Dilakukan pengujian kandungan logam Pb pada kelompok P1, P2, P3, P4, K (+), dan K (-). Pada kelompok K (+) yaitu pasta plasebo didapatkan kandungan logam timbalnya sebesar 1,382 Mg/kg. Selanjutnya pada kelompok perlakuan, yaitu, pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta pada berbagai konsentrasi diketahui terdapat kandungan logam timbal sebesar 1,626-1,866 Mg/kg. Sedangkan pada kelompok K (-), yaitu ekstrak biji kopi robusta murni tidak terdeteksi adanya kandungan logam timbal yang ditandai dengan keterangan 'nd' atau '*not detected*' (Tabel 4.1).

Tabel 4. 1 Kandungan Logam Pb Pada Pasta Gigi dengan Ekstrak Biji Kopi Robusta

NO	KODE SAMPEL	SATUAN	HASIL UJI	RATA-RATA	SPEKIFIKASI METODE
1.	K (-)	Mg/kg	1,382		SNI 8861:2020
2.	K (+)	Mg/kg	<i>nd</i>		
3.	P1 A	Mg/kg	1,748	1,687	
4.	P1 B	Mg/kg	1,626		
5.	P2 A	Mg/kg	1,825	1,845	
6.	P2 B	Mg/kg	1,866		
7.	P3 A	Mg/kg	1,830	1,815	
8.	P3 B	Mg/kg	1,800		
9.	P4 A	Mg/kg	1,832	1,833	
10.	P4 B	Mg/kg	1,835		

Keterangan:

K (-): pasta gigi plasebo

K (+): ekstrak biji kopi robusta

P1: pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 0,0625%

P2: pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 0,125%

P3: pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 0,25%

P4: pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 0,5%

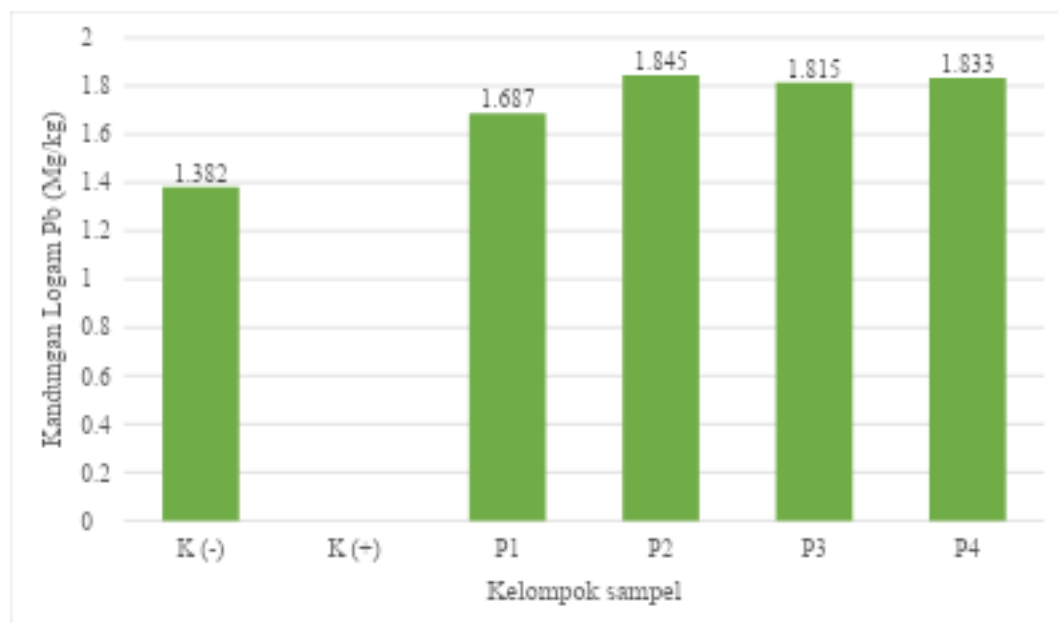
A: Hasil pengujian pertama

B: Hasil pengujian kedua

nd: *Not detected*

4.2 Analisis Data

Analisis data dilakukan pada uji kandungan logam Pb dengan menghitung rata-rata hasil uji yang diperoleh dari tiap sampel yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan ditunjukkan dengan grafik pada Gambar 4.2. Dari keseluruhan hasil yang didapatkan pada tiap sampel dapat diketahui bahwa nilainya telah memenuhi standarisasi SNI 8861:2020.



Gambar 4. 2 Rata-Rata Kandungan Logam Pb Pada Pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta

Dari hasil perhitungan rata-rata kandungan logam Pb pada Gambar 4.2 didapatkan hasil bahwa pada kelompok K (-) terdapat kandungan Pb sebesar 1,382 Mg/kg, pada kelompok K (+) diasumsikan tidak terdapat kandungan Pb, pada kelompok P1 terdapat rata-rata kandungan Pb sebesar 1,687 Mg/kg, pada kelompok P2 terdapat rata-rata kandungan Pb sebesar 1,845 Mg/kg, pada kelompok P3 terdapat rata-rata kandungan Pb sebesar 1,815 Mg/kg, pada kelompok P4 terdapat rata-rata kandungan Pb sebesar 1,833 Mg/kg. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa nilainya sesuai dengan ketentuan SNI 8861:2020 yaitu lebih kecil dari 20 Mg/kg.

4.3 Pembahasan

Dalam pembuatan suatu produk perlu dilakukan pemenuhan SNI guna menjamin kualitas dan keamanan dari produk tersebut. Pada SNI 8861:2020 tentang pasta gigi ditetapkan terdapat enam kriteria terkait syarat mutu pasta gigi, salah satunya yaitu uji kandungan logam. Penelitian ini adalah yang pertama kali melakukan uji kandungan logam Pb pada pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) untuk mengukur kadar logam Pb yang terdapat di dalamnya.

Hasil uji kandungan logam Pb pada kelompok P1 yaitu pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 0,0625% didapatkan rata-rata sebesar 1,687 Mg/kg, pada kelompok P2 yaitu pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 0,125% didapatkan rata-rata sebesar 1,845 Mg/kg, pada kelompok P3 yaitu pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 0,25% didapatkan rata-rata sebesar 1,815 Mg/kg, kelompok P4 yaitu pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta konsentrasi 0,5% didapatkan rata-rata sebesar 1,833 Mg/kg. Sedangkan, pada kelompok K (-) yaitu pasta plasebo didapatkan kandungan Pb sebesar 1,382 Mg/kg, dan pada kelompok K (+) yaitu ekstrak biji kopi robusta menunjukkan hasil 'nd' atau '*not detected*' yang berarti tidak mengandung logam Pb. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta kandungan logam Pb nya lebih rendah dari ketentuan SNI 8861:2020 yang menetapkan syarat bahwa kandungan cemaran logam Pb pada pasta gigi maksimal sejumlah 20 Mg/kg.

Terdapat perbedaan jumlah kontaminasi Pb antara jumlah kontaminasi Pb antara kelompok K (-) dengan keempat kelompok perlakuan (P1, P2, P3, dan P4). Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena adanya variabel pengganggu saat proses pembuatan seperti dipengaruhi dari alat, bahan, dan lingkungan sekitar. Selanjutnya pada kelompok K (-) dan kelompok K (+) dilakukan pengujian cemaran logam Pb untuk mengetahui apakah terdapat kandungan logam Pb pada kedua kontrol tersebut. Sehingga dapat diketahui asal cemaran logam Pb nya berasal dari kelompok K (-) atau dari kelompok K (+) nya. Berdasarkan hasil yang didapatkan, kemungkinan kandungan logam Pb didapatkan dari kelompok K (-)

yaitu pasta plasebo. Dalam penelitian ini pasta plasebo dibuat dengan cara memasukkan semua bahan plasebo seperti kalsium karbonat, magnesium karbonat, propilen glikol, gliserin, TEA (*Trietanolamin*), *Oleum menthae piperithae*, akuades steril ke dalam mortar dan campur dengan menggunakan pestle hingga berbentuk pasta. Selanjutnya pasta dimasukkan ke dalam wadah kedap udara (Sari *et al.*, 2024).

Kontaminasi logam Pb dapat terjadi melalui berbagai mekanisme yang terkait dengan proses pembuatan pasta plasebo. Salah satu sumber kontaminasi dapat berasal dari bahan dan peralatan untuk proses pembuatan pasta plasebo. Selain itu, bahan baku yang digunakan, khususnya yang berasal dari bahan alami, juga berpotensi menjadi sumber kontaminasi (Teschke, R. 2021; UFAG Laboratorien, 2024). Salah satu bahan pembuatan pasta plasebo yang kemungkinan dapat mempengaruhi dari kandungan cemaran Pb yaitu CaCO_3 . Bahan CaCO_3 yang digunakan dalam pembuatan pasta plasebo ini berasal dari PT. Gunung Batu Medika, Jember yang berasal dari batu kapur atau batu gamping. Batu gamping terbentuk melalui proses sedimentasi bahan organik yang berasal dari akumulasi cangkang hewan laut, karang, dan alga (Agustina *et al.*, 2023). Dalam penelitian Usman *et al* pada tahun 2022 menggunakan cangkang kerang darah sebagai sumber CaCO_3 dalam pembuatan pasta gigi. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa terdapat kandungan Pb pada pasta gigi dengan cangkang kerang sebagai bahan CaCO_3 nya. Bahan lain yang mungkin mempengaruhi dari kandungan logam Pb yaitu bahan menthol dan OL mentha PIP yang dihasilkan dari daun peppermint. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Dinu *et al* pada tahun 2021 menunjukkan bahwa terdapat kandungan logam Pb pada tanaman mint. Hal tersebut mungkin dapat mempengaruhi dari jumlah kandungan logam Pb terkait dengan penambahan bahan menthol dan OL mentha PIP dalam pembuatan pasta plasebo. Selain bahan pasta gigi, cemaran logam Pb juga kemungkinan dapat disebabkan kesalahan saat proses menggunakan SSA, sehingga sampel kemungkinan dapat tercemar larutan baku Pb yang digunakan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam penelitian, yaitu peneliti tidak dapat mengetahui secara pasti alat dan bahan apa yang mempengaruhi dari

kandungan cemaran logam Pb. Hal tersebut dikarenakan peneliti tidak melakukan penelitian terkait pengaruh dari suatu alat atau bahan terhadap jumlah kandungan cemaran logam Pb yang terkandung pada sampel. Oleh karena itu dapat dilakukan penelitian yang mengetahui hubungan dari alat atau bahan terhadap jumlah kandungan cemaran logam Pb.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kandungan logam timbal (Pb) pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) dengan konsentrasi 0,0625%; 0,125%; 0,25%; dan 0,5% sesuai dengan SNI 8861:2020, karena lebih kecil dari ketentuan standard logam Pb yang ditentukan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu lebih kecil dari 20 Mg/kg.

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan uji cemaran logam lain pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) seperti uji logam As, Hg, dan Cd.
2. Perlu dilakukan uji kimia lain pada pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) seperti uji formaldehida bebas dan fluor bebas yang sesuai dengan SNI

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyasari, N. L. P. S. M., Syahriel, D., & Haryani, I. G. A. D. (2023). Plaque Control in Periodontal Disease: Kontrol Plak Pada Penyakit Periodontal. *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi (IJKG)*, 19(1), 55-61. <https://doi.org/10.46862/interdental.v19i1.6093>
- Agustina, Y., Adrian, F., & Rusydy, I. (2023). Analisis Lingkungan Pengendapan Batugamping di Kecamatan Lhoong, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. *Acta Geoscience, Energy, and Mining*, 2(1), 7-12. <https://doi.org/10.24815/actaGEM.v2i1.30753>
- Alamsyah, D., & Arif, M. I. (2021). Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Bawang Merah (*Allium Cepa*) Dan Sayur Kubis (*Brassica Oleracea*) (Studi Kepustakaan). *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 21(1), 72-78. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v21i1.2081>
- Asura, R. M. N., & Danan, D. (2021). Perbedaan Pasta Gigi Deterjen Dengan Tanpa Deterjen Terhadap Penurunan Plak Skor Pada Siswa SMPN 1 Martapura Timur. *Jurnal Skala Kesehatan*, 12(2), 140–148. <https://doi.org/10.31964/jsk.v12i2.323>
- Badri, M. (2018). Atlas Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Dewanti, I., Indahyani, D. E., & Yani, R. W. E. (2023). Antimicrobial activity of toothpaste containing coffee pulp and silver skin and its effect on tooth hardness and roughness. *Coffee Science*. <https://doi.org/10.25186/.v18i.2117>
- Dewi, E. R. (2022). Analisis cemaran logam berat arsen, timbal, dan merkuri pada makanan di wilayah kota surabaya dan kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 18(1), 1-9. <https://doi.org/10.19184/ikesma.v18i1.20529>
- Dinu, C., Gheorghe, S., Tenea, A. G., Stoica, C., Vasile, G. G., Popescu, R. L., ... & Pascu, L. F. (2021). Toxic Metals (As, Cd, Ni, Pb) impact in the most common medicinal plant (*Mentha piperita*). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 3904. <https://doi.org/10.3390/ijerph18083904>
- Farah, A. (2012). Coffee Constituents. Dalam Y.-F. Chu, *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention*. 1st ed.: 21–50. Wiley Blackwell Publishing.
- Farahdila, N. A., Pujiastuti, P., & Sari, D. S. (2024). Daya Hambat Pasta Gigi yang Mengandung Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Aggregatibacter actinomycetemcomitans Secara In Vitro. *STOMATOGNATIC-Jurnal Kedokteran Gigi*, 21(1), 52-55.

- Hadi, K., & Permatasari, I. (2019). Uji Fitokimia Kersen (*Muntingia Calabura*. L) Dan Pemanfaatannya Sebagai Alternatif Penyembuhan Luka. In *Seminar Nasional MIPAKes* (Vol. 1, pp. 22-31). <https://doi.org/10.37859/sainstekes.v1i0.1579>
- Herman, H. (2019). Analisis Kadar timbal (Pb) pada air yang melalui saluran pipa penyalur perusahaan daerah air minum (PDAM) Makassar. *Jurnal Media Analis Kesehatan*, 8(2), 91-99.
- Kartikawati, D., WH, D. I., & Aslam, G. N. (2023). Identifikasi Kandungan Logam Berat dan Total Kapang Bahan Baku Kopi Buah Mangrove. *Jurnal Agrifoodtech*, 2(1), 23-34. <https://doi.org/10.56444/agrifoodtech.v2i1.1062>
- Kasi, S. R., Özcan, M., & Feilzer, A. J. (2022). Side effects of sodium lauryl sulfate applied in toothpastes: A scoping review. *American journal of dentistry*, 35(2), 84-88. PMID: 35506963.
- Khairuddin, M. Y., & Syukur, A. (2018). Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(1), 69-79. <https://doi.org/10.29303/jbt.v18i1.731>
- Kusumastuti, D., Setiani, O., & Joko, T. (2020). Analisis Frekuensi Konsumsi Makanan Laut dan Kandungan Logam Berat Pb dalam Darah Wanita Usia Subur (WUS) di Wilayah Kerja Puskesmas Bandarharjo. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(5), 687-693. <https://doi.org/10.14710/jkm.v8i5.27988>
- Lawi, D. J., Whaab, W. S. A., & Abojassim, A. A. (2023). Health risks from heavy metal for medical toothpastes derived from herbal in Iraqi pharmacies. *Annals of Biology*, 39 (1), 102-107.
- Massoud, R., MirMohammadMakki, F., MirMohammadMakki, S. F., MirMohammadMakki, N., & Massoud, A. (2022). Evaluation of heavy metals in Roasted Coffee powder in Iran and Turkey. *Coffee Science*. ISSN 1984-3909. <https://doi.org/10.25186/.v17i.2013>
- Mulato, S., dan Suharyanto, E. (2012). Kopi, seduhan dan kesehatan. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember.
- Muntean, A., Sava, S., Delean, A. G., Mihailescu, A. M., Dumitrescu, L. S., Moldovan, M., & Festila, D. G. (2019). Toothpaste composition effect on enamel chromatic and morphological characteristics: In vitro analysis. *Materials*, 12(16), 1–14. *Materials*. <https://doi.org/10.3390/ma12162610>
- Newman, M., Klockervold, P., Elangovan, S., & Hernandez-Kapila, Y. (2024). *Clinical Periodontology and Implantology* (F. Carranza & H. Takei, Eds.; 14th ed.). Elsevier.
- Nitasari, I. F., Octaviana, D., Mulyanti, S., & Utami, U. (2022). Gambaran Penurunan Indeks Plak Gigi Setelah Menggunakan Pasta Gigi Daun Sirih Dan Pasta Gigi Xylitol (Literature Review). *Jurnal Terapi Gigi Dan Mulut*, 2(1), 53-60. <https://doi.org/10.3411/jtgm.v2i1.1114>

- Octaviani, N. R. S., Prasetyowati, S., & Marjianto, A. (2020). Efektivitas Pasta Gigi Herbal Dan Nonherbal Dalam Menurunkan Indeks Plak Pada Siswa Smp Miftahul Ulum Surabaya Tahun 2020. *Jurnal Ilmiah Keperawatan Gigi*, 1(2), 62–69. <https://doi.org/10.37160/jikg.v1i2.531>
- Pangesti, T. A., Berata, I. K., & Arjana, A. A. G. (2020). Kadar Logam Berat Timbal dan Zat Besi Serta Hubungannya Dalam Darah Kambing yang Dipotong di Kota Denpasar. *Indonesia medicus Veterinus*, 9(6), 879-888. <https://doi.org/10.19087/imv.2020.9.6.879>
- Paul, C. C., Khan, M. A. S., Sarkar, P. K., Hakim, A., Waliullah, M., & Mandal, B. H. (2020). Assessment of the level and health risk of fluoride and heavy metals in commercial toothpastes in Bangladesh. *Indonesian Journal of Chemistry*, 20(1), 150–159. <https://doi.org/10.22146/ijc.43266>
- Perdana, M. D. D., Depi, P., & Sari, D. S. (2024). Daya antibakteri pasta gigi yang mengandung ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) terhadap *Treponema denticola*: eksperimental laboratoris. *Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students*, 8(1), 112-119. <https://doi.org/10.24198/pjdrs.v8i1.52979>
- Prasasti, R. N., Sari, D. S., & Pujiastuti, P. (2022). The effectiveness of using toothpaste containing robusta coffee bean extract in inhibiting the formation of dental plaque. *Odonto: Dental Journal*, 9(1), 12-20.
- Pujiastuti, P., Sakinah, N. N., Da'at Arina, Y. M., Wahyukundari, M. A., Praharani, D., & Sari, D. S. (2023). The potential of toothpaste containing Robusta coffee bean extract in reducing gingival inflammation and dental plaque formation. *Dental Journal*, 56(2), 109–114. <https://doi.org/10.20473/J.DJMKG.V56.I2.P109-114>
- Putra, F. S., Mintjelungan, C. N., & Juliatri, . (2017). Efektivitas pasta gigi herbal dan non-herbal terhadap penurunan plak gigi anak usia 12-14 tahun. *E-GIGI*, 5(2). <https://doi.org/10.35790/eg.5.2.2017.17022>
- Putri, N. L. N. D. D., & Idayani, S. (2024). Analisis Kadar Pb Pada Urine Pekerja Bengkel di Wilayah Denpasar Barat. *Media Bina Ilmiah*, 18(6), 1271-1276. <https://doi.org/10.33758/mbi.v18i6.670>
- Putri, S., Ardhiyanto, H. B., & Shita, A. D. P. (2019). Potensi kopi robusta sebagai antibakteri dan antijamur pada penyakit rongga mulut. In *Prosiding the 5th Dentistry Scientific Meeting of Jember* (pp. 22-31).
- Reddy, S. (2018). *Essentials of clinical periodontology and periodontics. 5th ed.* India: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.
- Rimantho, D., Rachel, M., Cahyadi, B., & Kurniawan, Y. (2016). Aplikasi Analytical Hierarchy Process Pada Pemilihan Metode Analisis Zat Organik Dalam Air. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(1), 47-56. <https://doi.org/10.23917/jiti.v15i1.1603>

- Samsulaga, R. F., & Wimpy, W. (2022). Hubungan Jenis Pestisida Berdasarkan Kandungan Senyawa Aktif yang Digunakan terhadap Kadar Timbal (Pb) dalam Darah Petani di Kabupaten Bangka: The Correlation Between Pesticides Type Based on the Content of the Compounds Used to Levels of Lead (P) in Farmer's Blood in Bangka District. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 8(3), 146-153. <https://doi.org/10.33084/jsm.v8i3.3626>
- Sari, D. S., Chaliqi, S. T., & Arina, Y. M. D. A. (2024). Preference Level for Robusta Green Coffee Bean Extract Toothpaste among Students at the University of Jember, Indonesia. *Pakistan Journal of Medicine and Dentistry*, 13(2), 3-8. <https://doi.org/10.36283/PJMD13-2/002>
- Sari, D. S., Sakinah, N., Nuri, Suswati, E., Widyowati, R., & Maduratna, E. (2022). Chlorogenic acid fractionation in robusta green bean extract as a combination agent of dental pulp stem cells in periodontal tissue engineering. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 15(11), 5005–5010. <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2022.00841>
- Sari, S. N., Fakhurrazi, F., Abrar, M., & AK, M. D. (2021). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (Antibacterial Activity of Ethanol Extract Robusta Coffee (*Coffea canephora*) On Bacteria *Pseudomonas aeruginosa*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 6(1). <https://doi.org/10.21157/jimvet.v6i1.7729>
- SNI. (2020). Pasta gigi (SNI 8861:2020). Badan Standardisasi Nasional
- Sudarwati, T. P. L., & Fernanda, M. A. H. F. (2019). *Aplikasi pemanfaatan daun pepaya (Carica papaya) sebagai biolarvasida terhadap larva Aedes aegypti*. Vol 1. Gresik: Graniti.
- Suparno, N. R., Putri, C. S., & Camalin, C. M. S. (2021). Pasta gigi dengan ekstrak Etanol Daun Sirih, Biji Pinang, Gambir Terhadap Hambatan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *JIKG (Jurnal Ilmu Kedokteran Gigi)*, 3(2), 6-13. <https://doi.org/10.23917/jikg.v3i2.12349>
- Teschke, R. (2021). *Developing a Comprehensive Approach for Preventing Metal Contamination of Pharmaceutical Products*. *Pharmaceutical Technology*. Diakses pada 10 Oktober 2024, dari <https://www.pharmtech.com/view/developing-comprehensive-approach-preventing-metal-contamination-pharmaceutical-products>.
- Tomayahu, T., Solang, M., & Abdul, A. (2021). Kualitas Fisikokimia Dan Sensori Pasta Gigi Anadara Granosa Yang Ditambahkan Citrus medica. *Biospecies*, 14(2), 48-59. <https://doi.org/10.22437/biospecies.v14i2.12333>
- UFAG Labororien. (2024). *Elemental Analysis and Heavy Metals for the Pharmaceutical Sector*. UFAG Labororien AG. Diakses pada 10 Oktober 2024, dari

<https://www.ufag-laboratorien.ch/en/pharmaceuticals-analysis/elemental-analysis-and-heavy-metals-for-the-pharmaceutical-sector/>.

- Usman, S. V., Solang, M., & Kumaji, S. S. (2022). Kadar Plumbum Pada Pasta Gigi Cangkang Anadara granosa Dengan Penambahan Citrus medica. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 4(1), 58-65. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v4i1.13511>
- Utami, N. F., Komala, O., & Fatimah, Y. (2019). Uji Aktivitas Ekstrak Etanol 96% Biji Hijau Kopi Robusta (*Coffea canephora P.*) terhadap Bakteri *Shigella dysenteriae* dan *Salmonella typhimurium*. Seminar Nasional Perhipba, 33-40
- Vella, A., & Attard, E. (2019). Analysis of heavy metal content in conventional and herbal toothpastes available at maltese pharmacies. *Cosmetics*, 6(2), 28. <https://doi.org/10.3390/COSMETICS6020028>
- Wijaya, W., Ridwan, R. D., & Budi, H. S. (2016). Antibacterial ability of arabica (*coffea arabica*) and robusta (*coffea canephora*) coffee extract on *Lactobacillus Acidophilus*. *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)*, 49(2):99–103. <https://doi.org/10.20473/j.djmkkg.v49.i2.p99-103>
- Winiarska-Mieczan, A., Kwiatkowska, K., Kwiecień, M., & Zaricka, E. (2021). Assessment of the risk of exposure to cadmium and lead as a result of the consumption of coffee infusions. *Biological Trace Element Research*, 199, 2420-2428. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02332-3>
- Wulandari, A., Arina, Y. M. D., & Pujiastuti, P. (2023). Daya Hambat Pasta Gigi Yang Mengandung Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Porphyromonas gingivalis*. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 4(1), 31–36. <https://dx.doi.org/10.33846/sf14106>

LAMPIRAN-LAMPIRAN

- Lampiran 1. [Alat dan Bahan Penelitian](#)
- Lampiran 2. [Izin Penelitian](#)
- Lampiran 3. [Prosedur Pembuatan Ekstrak Biji Kopi Robusta](#)
- Lampiran 4. [Prosedur Pembuatan Pasta gigi dengan ekstrak biji kopi robusta](#)
- Lampiran 5. [Prosedur Uji Cemar Logam Pb](#)
- Lampiran 6. [Laporan Hasil Uji Logam Pb](#)

Lampiran penelitian dapat diakses melalui *barcode* berikut:



<https://unej.id/LampiranSkripsi211610101078>