

**PERBEDAAN KONSENTRASI EKSTRAK KULIT
SEMANGKA TERHADAP PELEPASAN KADAR ION LOGAM
PADA KAWAT ORTODONTI BERBAHAN NIKEL TITANIUM
(Penelitian Ekperimental Laboratoris)**

TESIS



Oleh:

Donald Ronald Nahusona

J055201004

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS ORTODONTI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

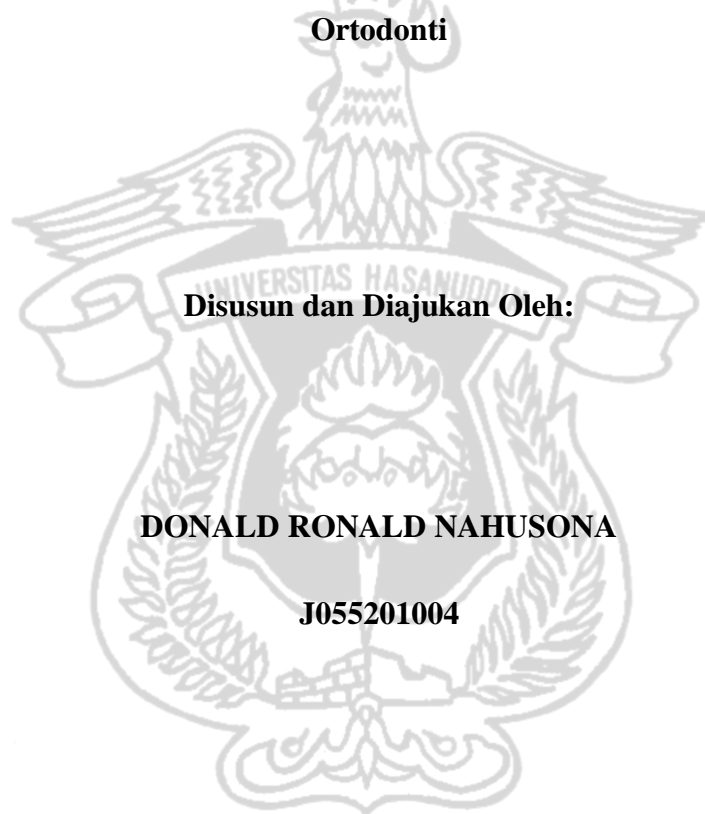
MAKASSAR

2023

**Perbedaan Konsentrasi Ekstrak Kulit Semangka terhadap Pelepasan Kadar
Ion Logam pada Kawat Ortodonti Berbahan Nikel Titanium
(Penelitian Ekperimental Laboratoris)**

TESIS

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Profesi Spesialis Bidang
Ortodonti**



PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS

PROGRAM STUDI ORTODONTI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2023

**Perbedaan Konsentrasi Ekstrak Kulit Semangka Terhadap Pelepasan Kadar
Ion Logam Pada Kawat Ortodonti Berbahan Nikel Titanium
(Penelitian Ekperimental Laboratoris)**

Oleh:

DONALD RONALD NAHUSONA

J055201004

Setelah membaca Tesis ini dengan seksama, menurut pertimbangan kami,
Tesis ini telah memenuhi persyaratan ilmiah

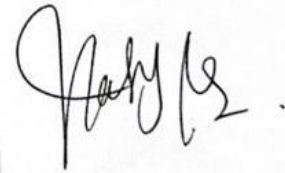
Makassar, Desember 2023

Pembimbing I

Pembimbing II



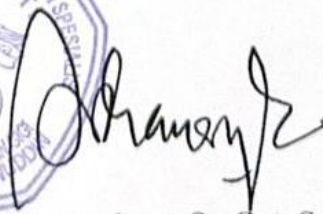
drg. Baharuddin M. Ranggung,
Sp.Ort.,Subsp.DDTK (K)
NIP. 196912312005011014



drg. Nasvrah Hidavati, M.KG.,
Sp.Ort., Subsp.DDPK (K)
NIP. 198812162019044001

Mengetahui

Ketua Program Studi (KPS)
PPDGS Ortodonti FKG UNHAS



drg. Ardiansyah S. Pawinru, Sp.Ort.,Subsp.DDTK (K)
NIP. 197908192006041001

PENGESAHAN TESIS

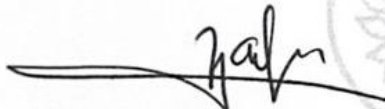
**Perbedaan Konsentrasi Ekstrak Kulit Semangka Terhadap Pelepasan Kadar
Ion Logam Pada Kawat Ortodonti Berbahan Nikel Titanium
(Penelitian Ekperimental Laboratoris)**

Disusun dan diajukan oleh
DONALD RONALD NAHUSONA
J055201004

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Tulis Akhir
Pada tanggal 13 Desember 2023
dan dinyatakan telah memenuhi persyaratan ilmiah

Menyetujui,
Makassar, Desember 2023

Pembimbing I



drg. Baharuddin M. Ranggung,
Sp.Ort.,Subsp.DDTK (K)
NIP. 196912312005011014

Pembimbing II



drg. Nasyrat Hidavati, M.KG.,
Sp.Ort., Subsp.DDPK (K)
NIP. 198812162019044001

Mengetahui

Ketua Program Studi (KPS)
PPDGS Ortodonti FKG UNHAS



drg. Ardiansyah S. Pawinru, Sp.Ort.,Subsp.DDTK (K)
NIP. 197908192006041001

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin



drg. Irfan Sugianto, M. Med. Ed., Ph.D
NIP. 198102152008011009

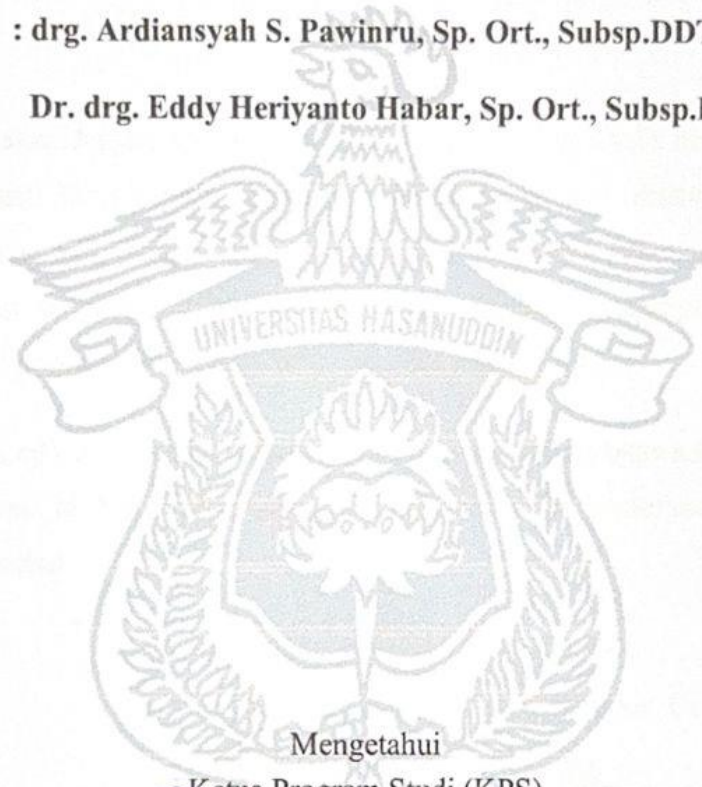
**TELAH DIUJI OLEH PANITIA PENGUJI TESIS
PADA TANGGAL, 13 DESEMBER 2023**

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Dr. drg. Eka Erwansyah, M. Kes, Sp. Ort., Subsp.DDTK (K)

Anggota : drg. Ardiansyah S. Pawinru, Sp. Ort., Subsp.DDTK (K)

Dr. drg. Eddy Heriyanto Habar, Sp. Ort., Subsp.DDPK (K)



Mengetahui

Ketua Program Studi (KPS)

PPDGS Ortodonti FKG UNHAS



drg. Ardiansyah S. Pawinru, Sp.Ort.,Subsp.DDTK (K)

NIP. 197908192006041001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Donald Ronald Nahusona

NIM : J055201004

Program Studi : Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Ortodonti Fakultas Kedokteran
Gigi Universitas Hasanuddin

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dengan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika pedoman penulisan tesis.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Desember 2023



Donald Ronald Nahusona

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan kasih, berkat serta karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul “Perbedaan Konsentrasi Ekstrak Kulit Semangka Terhadap Pelepasan Kadar Ion Logam Pada Kawat Ortodonti Berbahan Nikel Titanium” sebagai salah satu syarat mencapai gelar spesialis ortodonti (Sp-1) pada program pendidikan dokter gigi spesialis ortodonti Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.

Ungkapan syukur penulis naikkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa menyertai, memberkati dan menguatkan penulis dalam melewati setiap langkah kehidupan penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini tidak lepas dari peran dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan penuh hikmat dan kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. Jamaluddin Jompa, Ir, MSc** selaku rektor universitas hasanuddin yang telah memberikan izin untuk mengikuti pendidikan spesialis di fakultas kedokteran gigi.
2. **Irfan Sugianto, drg., M.Med.Ed., Ph.D** selaku Dekan yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk melalui proses pendidikan spesialis ortodonti pada program pendidikan spesialis ortodonti Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.
3. **Prof. Muhammad Ruslin, drg M.Kes., PhD., Sp.BM (K)** selaku Dekan pada periode nya yang telah memberikan izin belajar kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan spesialis ortodonti.
4. **Ardiansyah S. Pawinru, drg, Sp.Ort., Subsp DDTK (K)** selaku ketua program studi pendidikan dokter gigi spesialis ortodonti di fakultas kedokteran gigi universitas hasanuddin yang telah memberi kesempatan buat penulis untuk mengikuti pendidikan spesialis ortodonti.

5. **Dr.Eka Erwansyah, drg ., Mkes, Sp.Ort., Subsp DDTK (K)** selaku ketua departemen ortodonti yang telah memberi izin kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan spesialis ortodonti.
6. **Baharuddin M Ranggung, drg.,Sp Ort., Subsp DDTK (K) beserta Nasyrh Hidayati, drg.,MKG., Sp.Ort Subsp. DDPK (K)** selaku pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingannya.
7. **Prof Mansjur Nasir, drg., PhD., Sp.Ort** yang selalu memberikan dukungan dan semangat serta bimbingannya kepada penulis selama penulis menjalani pendidikan spesialis ortodonti.
8. Seluruh staf dosen departemen ortodonti yang selalu memberikan motivasi buat penulis dalam proses pendidikan spesialis ortodonti.
9. Buat keluarga terkasih, istri tercinta Mitha dan Ananda Timothy Areiko,,Mouren,Vanny dan Vino yang selalu memberikan semangat dan dukungan doa bagi penulis selama menjalani proses pendidikan spesialis ortodonti.
10. Kepada seluruh residen PPDGS Ortodonti, secara khusus buat sejawat angkatan kedua, ananda Ita Purnamasari, drg, Ernawati, drg dan Muh. Arizal drg yang selalu memberi bantuan serta dukungan moril selama penulis menjalani pendidikan spesialis ortodonti.
11. Ananda Cita Suci, S.KG yang telah meluangkan waktu dan membantu dalam penyelesaian tesis ini.
12. Seluruh staf dosen fakultas kedokteran gigi universitas hasanuddin dan staf pegawai yang telah memberi dukungan serta bantuannya selama ini
13. Semua pihak yang membantu secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam tesis ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih terdapat banyak kekurangan yang tidak disadari oleh penulis karena sesungguhnya kesempurnaan hanyalah milik Tuhan dan kesalahan pasti datangnya dari penulis. Untuk itu kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan demi penyempurnaan tesis ini. Tak ada yang sempurna di dunia ini, sehingga

penulis berharap semoga tesis ini bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan, khususnya di bidang ortodonti.

Makassar, Desember 2023

Donald Ronald Nahusona

ABSTRACT

Objective: To determine the difference in concentration of watermelon rind extract on the release of metal ions in nickel titanium orthodontic wires. metal ions in nickel titanium orthodontic wires.

Methods: A total of 40 nickel orthodontic wires measuring 17 x 25 with a length of 65 mm were divided into 4 groups consisting of 3 treatment groups and 1 control group. 65 mm in length were divided into 4 groups consisting of 3 treatment groups and 1 control group, each group contained 10 orthodontic wire rods made of nickel titanium. Each group contained 10 orthodontic wire rods. Watermelon peel extract was made with concentrations of 200, 600 and 1000 ppm, then the three groups were treated by immersion in watermelon peel extract. 3 groups were given treatment by immersing orthodontic wire rods for 12 hours into the extract solution. 12 hours into the watermelon rind extract solution with different concentrations except for the control group. control group. To measure the release of metal ion levels, a potentiostat was used.

Results: The highest release of metal ion content of orthodontic wires was found in the control group group amounting to 3.470×10^{-5} mpy while the lowest metal ion release was obtained in the treatment group given a concentration of 1000 ppm which amounted to 2.517×10^{-5} mpy. For the group that group given a concentration of 200 ppm obtained the release of metal ion levels of 3.207×10^{-5} mpy and those given a concentration of 600 ppm obtained 2.517×10^{-5} mpy. Based on Kruskal Wallis analysis, analysis showed there was a significant difference between the treatment groups. The highest effectiveness of watermelon rind extract in inhibiting the release of metal ion levels is found in the 1000 ppm treatment group, which amounted to 49.22%, while the lowest effectiveness was in the 200 ppm group which amounted to 31.81%.

Conclusion: Different concentrations of watermelon rind extract affect the release of metal ions. Metal ions of nickel titanium orthodontic wires. Furthermore, the effectiveness of the release of metal ion levels increased as the concentration of watermelon rind extract increased. The most The most effective concentration was found in the 1000 ppm group with an effectiveness value of 49.22%.

Keywords: Extract Concentration, Ion Release, Nickel Titanium Wire.

ABSTRAK

Tujuan: Untuk mengetahui perbedaan konsentrasi ekstrak kulit semangka terhadap pelepasan kadar Ion logam pada kawat ortodonti berbahan nikel titanium.

Metode: Sebanyak 40 batang kawat ortodonti berbahan nikel berukuran 17 x 25 dengan panjang 65 mm dibagi menjadi 4 kelompok yang terdiri dari 3 kelompok perlakuan dan 1 kelompok kontrol yang masing-masing kelompok terdapat 10 batang kawat ortodonti. Dilakukan pembuatan ekstrak kulit semangka dengan konsentrasi 200, 600 dan 1000 ppm selanjutnya 3 kelompok diberikan perlakuan dengan melakukan perendaman batang kawat ortodonti selama 12 jam ke dalam larutan ekstrak kulit semangka dengan konsentrasi yang berbeda-beda kecuali kelompok kontrol. Untuk mengukur pelepasan kadar ion logam dilakukan dengan potensiostat.

Hasil: Pelepasan kadar ion logam kawat ortodonti tertinggi terdapat pada kelompok kontrol sebesar $3,470 \times 10^{-5}$ mpy sedangkan pelepasan kadar ion logam terendah diperoleh pada kelompok perlakuan yang diberikan konsentrasi 1000 ppm yaitu sebesar $2,517 \times 10^{-5}$ mpy. Untuk kelompok yang diberikan konsentrasi 200 ppm diperoleh pelepasan kadar ion logam sebesar $3,207 \times 10^{-5}$ mpy dan yang diberikan konsentrasi 600 ppm diperoleh sebesar $2,817 \times 10^{-5}$ mpy. Berdasarkan analisis Kruskal Wallis menunjukkan ada perbedaan yang signifikan diantara kelompok perlakuan. Efektifitas tertinggi ekstrak kulit semangka dalam menghambat pelepasan kadar ion logam terdapat pada kelompok perlakuan 1000 ppm yaitu sebesar 49,22 % sedangkan efektifitas terendah pada kelompok 200 ppm yaitu sebesar 31,81 %.

Kesimpulan: Konsentrasi ekstrak kulit semangka yang berbeda-beda mempengaruhi pelepasan kadar Ion logam kawat ortodonti berbahan nikel titanium. Selanjutnya efektifitas pelepasan kadar ion logam meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak kulit semangka. Konsentrasi yang paling efektif ditemukan pada kelompok 1000 ppm dengan nilai efektifitas sebesar 49,22 %.

Kata Kunci: Konsentrasi Ekstrak, Pelepasan Ion, Kawat Nikel Titanium

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRACT.....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
1. Tujuan Umum.....	4
2. Tujuan Khusus.....	4
D. Manfaat Penelitian	5
1. Manfaat Ilmiah	5
2. Manfaat Aplikatif	5

3. Manfaat Lingkungan/Masyarakat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Kawat Ortodonti.....	6
B. Korosi.....	11
C. Semangka (Citrullus Lanatus).....	13
1. Morfologi semangka.....	13
2. Taksonomi.....	15
3. Kandungan kulit semangka.....	16
4. Ekstrak kulit semangka sebagai inhibitor korosi.....	16
BAB III KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP.....	18
A. Kerangka Teori.....	18
B. Kerangka Konsep.....	19
C. Hipotesis.....	19
D. Keterbatasan Penelitian.....	19
BAB IV METODE PENELITIAN.....	20
A. Jenis Penelitian.....	20
B. Desain Penelitian.....	20
C. Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
1. Tempat penelitian.....	20
2. Waktu penelitian.....	20

D. Variabel Penelitian	20
1. Menurut fungsinya	20
E. Definisi Operasional	21
F. Subyek Penelitian	21
G. Besar Sampel Penelitian	21
H. Alat dan Bahan	22
I. Prosedur Penelitian	24
J. Alat Ukur dan Pengukuran	28
K. Alur Penelitian	29
L. Analisis Data	29
BAB V HASIL PENELITIAN	30
BAB VI PEMBAHASAN	35
BAB VII PENUTUP	41
A. Kesimpulan	41
B. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Morfologi Daun Tanaman Semangka	14
Gambar 2. Bunga Dari Tanaman Semangka.....	14
Gambar 3. Bentuk Umum Buah Semangka	15
Gambar 4. Kawat Ortodonti.....	26
Gambar 5. Diagram Batang	34

DAFTAR TABEL

Tabel 1.....	31
Tabel 2.....	32
Tabel 3.....	33

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemilihan kawat yang tepat pada perawatan ortodonti dengan peranti cekat sangat perlu diperhatikan oleh karena masing-masing kawat memiliki sifat yang berbeda. Salah satu persyaratan kawat yang utama pada perawatan ortodonti tahap awal adalah memiliki sifat kekakuan yang minimal dan defleksi yang maksimum. Salah satu jenis kawat ortodonti yang digunakan pada tahap awal perawatan dengan peranti cekat adalah kawat nikel titanium (NiTi) (Sa'diyah and Leliana, 2016).

Stainless steel, nikel titanium dan nikel kromium adalah logam-logam yang paling umum digunakan untuk membuat kawat ortodonti karena memiliki sifat mekanis yang baik, namun beberapa penelitian telah membuktikan adanya sifat alergenik dari komponen utama logam-logam tersebut, yaitu nikel dan kromium. Kelembapan, pH, suhu, serta flora normal pada rongga mulut merupakan suatu lingkungan yang memiliki potensi destruktif bagi kawat ortodonti (Arab *et al.*, 2015). Dalam jangka panjang, saliva sebagai elektrolit dapat bereaksi dengan komponen-komponen ortodonti yang mengandung logam dan berakibat pada terjadinya induksi listrik dan korosi, menyebabkan pelepasan ion logam dari kawat ortodonti ke dalam rongga mulut (Menezes and Quintão, 2010).

Pelepasan ion logam dapat menyebabkan reaksi patologis berupa hipersensitivitas lokal yang gejalanya sulit dibedakan dari gingivitis

bakterialis. Beberapa studi telah melaporkan adanya sifat sitotoksik dan karsinogenik dari nikel yang berhubungan dengan hipersensitivitas dan asma (Arab *et al.*, 2015). Selain itu, pelepasan ion logam juga berpengaruh secara mekanis pada perawatan ortodonti itu sendiri. Korosi pada permukaan kawat ortodonti dapat meningkatkan gaya friksi yang terjadi antara kawat dan braket, sehingga menyebabkan terhambatnya pergerakan mekanis pada perawatan. Oleh karena itu, ketahanan kawat terhadap korosi sangatlah krusial dalam perawatan ortodonti (Senkutvan *et al.*, 2014).

Rongga mulut merupakan lingkungan yang sangat ideal untuk terjadinya biodegradasi logam karena temperatur serta kualitas dan pH saliva yang dapat mempengaruhi kestabilan ion logam. Asam organik dan dekomposisi sisa makanan yang mengandung sulfur juga dapat mendorong terjadinya pelepasan ion kromium dan nikel pada kawat ortodonti yang begitu lama terendam di dalam rongga mulut.

Menurut Almeida *et al.*, saliva terdiri dari sebagian besar air dan sebagian lain adalah komponen anorganik (bikarbonat, fosfat, natrium, kalium, potassium, klorida dan magnesium) dan komponen organik seperti protein yang berupa enzim. Komponen anorganik inilah yang berperan sebagai media elektronik yang dapat memicu reaksi elektrokimia. Reaksi elektrokimia ini menyebabkan terjadinya pelepasan ion nikel dan kromium pada kawat ortodonti. Nikel dan kromium merupakan logam berat yang memberikan efek yang merugikan dalam tubuh manusia.

Semangka (*Citrullus lanatus*) adalah tanaman yang tumbuh di daerah

tropis dan subtropis yang buahnya cukup digemari masyarakat Indonesia. Produksi semangka di Indonesia pada tahun 2014 sebesar 653.974 ton. Seperti buah lainnya, buah semangka hanya dikonsumsi bagian dagingnya, dan lapisan putih hingga kulitnya umumnya dibuang dan menjadi limbah. Limbah yang dihasilkan dari semangka ini cukup banyak, yaitu sekitar 30% dari berat buah (Odewunmi, Umoren and Gasem, 2015). Pemanfaatan limbah kulit semangka masih kurang maksimal, padahal berpotensi untuk dikembangkan menjadi berbagai produk yang berguna.

Dalam kulit semangka terdapat beberapa atom berikatan kovalen dan heteroatom seperti nitrogen dan oksigen, yang memungkinkan terjadinya interaksi ionik dengan permukaan logam dan dapat berfungsi sebagai inhibitor korosi (Odewunmi *et al.*, 2015). Odewunmi *et al.* mengatakan bahwa semangka juga mengandung *L-citrulline* yang memiliki sifat antioksidan yang dapat menghambat proses korosi (Odewunmi *et al.*, 2015)

Salah satu hal yang mempengaruhi keberhasilan perawatan ortodonti tergantung pada pemilihan kawat yang akan digunakan. Kawat yang sering digunakan juga dalam perawatan ortodonti dengan peranti cekat yaitu kawat nikel titanium. Kawat nikel titanium diperkenalkan oleh Andreasen dan Hilleman pada tahun 1971. Dalam bidang ortodonti kawat ini mempunyai beberapa karakteristik yang menguntungkan seperti elastisitas yang baik dan kekakuan yang rendah dibandingkan *stainlesssteel*, nikel titanium juga memiliki sifat yang sangat baik yaitu suprelastisitas yang tinggi dan *shapememoryeffect* (CCA, JP and Elias CN.Force, 2009) (Chahine, Abdelilah

Benmarouane and Addad, 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Chahine (2020) menyatakan bahwa korosi dapat terjadi juga pada kawat ortodonti berbahan nikel titanium (Chahine, Abdelilah Benmarouane and Addad, 2022). Adanya penurunan kadar nikel pada kawat ortodonti menginisiasi proses korosi, sehingga perlu dilakukan upaya untuk mengurangi terjadinya korosi pada kawat ortodonti berbahan nikel titanium. Upaya untuk mencegah pelepasan kadar ion logam pada kawat ortodonti berbahan stainless steel telah diteliti sebelumnya, namun untuk bahan nikel titanium belum pernah dilakukan. Oleh karena itu peneliti merasa tertarik untuk melakukan penelitian untuk melihat perbedaan konsentrasi ekstrak kulit semangka terhadap pelepasan kadar ion logam kawat ortodonti berbahan nikel titanium.

B. Rumusan Masalah

Apakah dengan konsentrasi ekstrak kulit semangka yang berbeda-beda akan mempengaruhi pelepasan kadar ion logam pada kawat orto berbahan titanium?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

- a. Mengetahui perbedaan konsentrasi ekstrak kulit semangka terhadap pelepasan kadar ion logam pada kawat ortodonti berbahan nikel titanium.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui apakah dengan konsentrasi ekstrak kulit semangka yang

berbeda-beda akan mempengaruhi pelepasan kadar ion logam kawat ortodonti berbahan nikel titanium?

- b. Mengetahui apakah ada peningkatan pelepasan kadar ion logam seiring dengan bertambah besar konsentrasi yang diberikan?
- c. Mengetahui konsentrasi yang efektif dari ekstrak kulit semangka dalam menghambat pelepasan kadar ion logam.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

- a. Memberikan informasi ilmiah tentang pengaruh kulit semangka dalam menghambat pelepasan kadar ion logam.
- b. Sebagai kajian untuk penelitian lanjutan dengan memanfaatkan bahan alami untuk melindungi komponen peranti ortodonti berbahan logam

2. Manfaat Aplikatif

- a. Memberikan informasi bagi klinisi dalam upaya pencegahan terhadap komponen-komponen peranti ortodonti berbahan logam

3. Manfaat Lingkungan/Masyarakat

- a. Memberikan informasi dan pengetahuan kepada masyarakat tentang manfaat kulit semangka sebagai salah satu bahan alami yang dapat digunakan menghambat pelepasan kadar ion logam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kawat Ortodonti

Menurut penggunaannya, perawatan ortodonti dikategorikan menjadi dua macam, yaitu perawatan dengan peranti ortodonti lepasan dan dengan peranti ortodonti cekat. Pemilihan perawatan ortodonti berdasarkan pada oklusi, lebar ruang kosong dan berdasarkan cengkeram yang dapat digunakan (RP Kusy, 1997).

Pada perawatan ortodonti, salah satu komponen yang digunakan yaitu kawat ortodonti. Kawat ortodonti berfungsi sebagai panduan untuk menggerakkan gigi pada gerakan tertentu sesuai dengan desain kawat itu sendiri. Kawat ortodonti bekerja dalam satu kesatuan dengan komponen ortodonti lainnya menghasilkan gaya biomekanik yang ringan dan kontinyu. Gaya biomekanis tersebut berfungsi untuk menggerakkan gigi geligi dengan mengurangi resiko ketidaknyamanan pasien, kerusakan jaringan periodontal hingga resorpsi akar gigi (RS, Jacob and Gangurde, 2014)

Dewasa ini, terdapat berbagai jenis kawat ortodonti yang beredar di masyarakat diantaranya yaitu *stainless steel*, nikel-titanium (Ni-Ti), kobalt-kromium (Co-Cr) dan β -titanium. Kawat ortodonti tersebut terdiri dari beberapa jenis logam, yaitu nikel (Ni), kromium (Cr), kobalt (Co), besi (Fe), molibdenum (Mo), dan titanium (Ti) dengan persentase yang berbeda-beda. Adapun nikel dan kromium merupakan komponen logam yang memiliki sifat sitotoksik, mutagenik dan alergenik (Cobourne and TD, 2010). Berikut

merupakan jenis-jenis kawat ortodonti yang umum digunakan pada saat ini:

1. Kawat *stainless steel*

Kawat yang terbuat dari logam *stainless steel* merupakan salah satu kawat ortodonti yang paling umum digunakan. Pemakaian yang nyaman, harga yang lebih terjangkau dan adanya pengembangan sifat yang lebih baik jika dibandingkan dengan kawat ortodonti emas yang sebelumnya telah digunakan merupakan alasan penggunaan kawat ini. Kawat *stainless steel* yang banyak digunakan adalah kawat yang dibuat dengan temperatur tinggi dengan bentuk permukaan ovoid. Kawat *stainless steel* bersifat kaku dan tahan terhadap deformasi sehingga dapat mendukung gigi untuk bergerak ke posisi yang normal. Namun, sifat kekakuan tersebut menyebabkan kawat ini sulit digunakan pada tahap awal perawatan, khususnya pada kasus gigi berjejal (G Singh, 2015)

Komposisi yang terkandung dalam kawat *stainless steel* yaitu 71% besi, 18% kromium, 8% nikel, dan 0,2% karbon. Fe ditambahkan dalam kawat *stainless steel* karena unsur tersebut mudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari dan juga berfungsi untuk ketahanan terhadap korosi. Unsur Cr berguna untuk menambah ketahanan kawat terhadap korosi. Unsur lainnya yaitu Ni berfungsi untuk meningkatkan kelenturan, ketahanan terhadap panas. Sedangkan adanya unsur C pada kawat berfungsi untuk ketahanan pada temperatur tinggi. Akan tetapi kelemahan unsur Ni dan Cr yaitu dapat menyebabkan alergi apabila terlepas dalam rongga mulut (Castro *et al.*, 2014)

2. Kawat Co-Cr

Kawat cobalt kromium terdiri atas 40% kobalt, 20% kromium, 16% perak dan 15% nikel (Rey, Joelijanto R and D, 2015). Kobalt kromium memiliki formabilitas yang lebih baik dibandingkan kawat *stainless steel* dan memiliki tingkat kekakuan (*stiffness*) yang hampir sama namun memiliki friksi yang lebih besar. Friksi merupakan tahanan terhadap gaya yang terjadi antara dua permukaan atau antara dua material yang saling bergesekan. Pada piranti ortodonti, gesekan terjadi antara kawat terhadap permukaan slot braket. Friksi yang besar dapat menyebabkan minim atau tidak adanya pergerakan gigi, namun friksi yang besar juga diperlukan dalam fase tertentu dalam perawatan ortodonti (G Singh, 2015)

3. Kawat β -titanium

Kawat ini memiliki ketahanan terhadap korosi, sifat kekakuan yang rendah, potensi yang rendah terhadap hipersensitivitas, memiliki kecenderungan yang tinggi untuk kembali ke bentuk semula dan formabilitas yang baik. Modulus elastisitas dari β -titanium dua kali lebih besar dari kawat Ni-Ti dan setengah lebih kecil dari kawat *stainless steel* yang mana memudahkan dalam memberikan tekanan yang besar tanpa harus menambahkan *loops* dan *helices*. Kawat jenis ini digunakan pada tahap akhir perawatan ortodonti dimana *finishing bends* diperlukan untuk mendapatkan posisi dan oklusi gigi yang baik (G Singh, 2015) (O'Brien and Williams, 2016)

4. Kawat Nikel titanium (NiTi)

Nikel titanium diperkenalkan pada tahun 1971. Nikel titanium memiliki karakteristik *resilience* yang tinggi, *formability* yang terbatas, *shapememoryeffect* dan superelastisitas atau pseudoelastis. *Shapememory* merupakan kemampuan material untuk mengingat kembali bentuk aslinya setelah terjadi deformasi plastis pada fase martensitik. Bentuk *martensite* terbentuk pada temperatur yang rendah dan *austenite* terbentuk pada temperatur yang tinggi. Ketika kawat berada pada suhu yang rendah maka akan terjadi deformasi plastis tetapi apabila dipanaskan kembali akan kembali ke bentuk semula.

Kawat nikel titanium terdiri atas 55% nikel, 44-45% titanium dan kurang dari 1% unsur lain seperti kobalt, tembaga dan besi. Jenis kawat ini digunakan pada perawatan awal terhadap berbagai kasus maloklusi. Kawat nikel titanium merupakan jenis kawat yang paling sering digunakan karena memiliki *shape memory* dan sifat superelastisitas yang baik dan 8-10% lebih besar dibandingkan jenis kawat lainnya. Lima sifat *shape memory* berkaitan erat dengan perubahan temperatur sementara sifat superelastis lebih pada kemampuan kawat menahan regangan agar tidak terjadi deformasi. Namun, kawat ini memiliki kekakuan dan formabilitas yang rendah serta friksi yang tinggi sehingga kawat ini tidak dapat digunakan pada tahap lanjutan dari perawatan ortodonti (G Singh, 2015)

Nikel titanium memiliki kapasitas penyimpanan energi yang tinggi

dibandingkan beta titanium, atau stainless steel pada saat diaktivasi dengan jumlah tekanan yang sama. Keuntungan dari kawat ini adalah peningkatan elastisitasnya yang menjadikan defleksi lebih besar dan jarak aktivasi oleh penyampaian gaya yang rendah, dan korosi yang rendah. Kerugian dari kawat ini adalah formability yang rendah dan harganya yang lebih mahal. Beberapa jenis kawat nikel titanium yaitu:

a. Nikel Titanium Termal

Nikel titanium termal adalah paduan yang aktif pada fase martensite dan menghasilkan shape memory effect jika diinduksi secara termal. Nikel titanium termal memiliki tiga jenis dan komposisi kimia yang terdiri dari nikel titanium *heatactivated* (nikel 54,40% dan titanium 45,60%), Nitinol *heatactivated* (nikel 54,86% dan titanium 45,14%), Thermalloy (nikel 54,35% dan titanium 4,65%).

b. Nikel Titanium Superelastis

Nikel titanium superelastis adalah paduan yang aktif pada fase austensite dan dapat aktif pada fase martensite jika terjadi deformasi mekanik. Nikel titanium superelastis memiliki empat jenis dan komposisi kimia yang terdiri dari Sentalloy (nikel 54,30% dan titanium 45,70%), nikel titanium *oneforce* (nikel 54,58% dan titanium 45,42%), Nitinol Superelastis (nikel 54,52% dan titanium 45,48%), Orthonol (nikel 55,13% dan 44,87%) (Kotha *et al.*, 2014) (Oxtoby *et al.*, 2008)

B. Korosi

Korosi didefinisikan sebagai penurunan mutu logam karena reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Pada peristiwa korosi logam mengalami oksidasi, sedangkan oksigen mengalami reduksi. Korosi dapat digambarkan sebagai sel galvanik yang mempunyai hubungan pendek, di mana beberapa daerah permukaan logam bertindak sebagai katoda dan permukaan lainnya sebagai anoda, dan rangkaian listrik dilengkapi oleh aliran elektron menuju logam itu sendiri kemudian menyebabkan terjadinya reaksi korosi

Pada kawat ortodonti yang berbahan dasar *alloy*, korosi diartikan sebagai pelepasan ion dari *alloy* karena kecenderungan unsur-unsurnya untuk kembali pada bentuk aslinya di alam.

Perubahan-perubahan biologis seperti temperatur dan pH, tekanan mastikasi, flora pada rongga mulut, kandungan fisik dan kimia makanan, jumlah aliran saliva yang dapat mempengaruhi pelepasan elemen logam (Cobourne and TD, 2010)

Menurut Almeida et al. (Almeida *et al.*, 2005) saliva terdiri dari sebagian besar air, dan sebagian lain adalah komponen anorganik (bikarbonat, fosfat, natrium, kalium, potassium, klorida dan magnesium) dan komponen organik seperti protein yang berupa enzim. Komponen anorganik inilah yang berperan sebagai media elektrolit yang dapat memicu reaksi elektrokimia. Reaksi elektrokimia merupakan reaksi yang terjadi pada anoda (mengalami oksidasi) dan katoda (mengalami reduksi), dimana ion logam sebagai anoda dan ion H^+ dari media elektrolit sebagai katoda. Reaksi elektrokimia

ini menyebabkan terjadinya pelepasan ion Ni dan Cr dari kawat ortodonti sebagai tanda terjadinya korosi (Sfondrini *et al.*, 2009). Ni dan Cr merupakan kelompok logam berat yang dapat bersifat alergi, sitotoksik dan karsinogenik bagi tubuh manusia (T Eliades & AE, 2002). Berdasarkan hasil penelitian oleh Rey diketahui bahwa pelepasan ion Cr lebih banyak jika dibandingkan dengan ion Ni. Hal ini karena unsur Cr ini memiliki nilai potensial elektroda yang lebih negatif dibandingkan dengan Ni, karena dalam deret volta posisi unsur Cr lebih kiri dari posisi unsur Ni sehingga unsur Cr lebih reaktif dan lebih mudah melepas elektron sehingga terjadi pelepasan ion lebih banyak dibandingkan unsur Ni dari kawat ortodontik khususnya pada kawat *stainless steel* (RP Kusy, 1997)

Pelepasan ion Ni dan Cr yang berlebihan atau korosi yang terjadi dalam jangka waktu yang lama akan memberikan dampak negatif pada kesehatan pasien dan pada kawat ortodonti itu sendiri. Apabila terjadi korosi atau pelepasan ion Ni dan Cr yang terlalu banyak dapat menyebabkan perubahan dimensi bentuk kawat dan mempengaruhi kekuatan kawat ortodonti yang berakibat rapuhnya kawat tersebut (Ramazanzadeh *et al.*, 2014). Pelepasan Ni dan Cr dari kawat ortodonti *stainless steel* dapat juga memberikan dampak negatif bagi kesehatan yaitu alergi khususnya pada pasien yang memiliki hipersensitivitas terhadap logam, pengaktifan monosit yang dapat menginisiasi terjadi inflamasi pada rongga mulut dan juga dapat menyebabkan kerusakan DNA (Ziębowicz *et al.*, 2008).

Terjadinya korosi tidak dapat dihindari, namun lajunya dapat dikurangi.

Pengurangan pelepasan kadar ion logam dapat dilakukan dengan proteksi katodik, proteksi anodik, pelapisan (*coating*), dan penambahan inhibitor. Inhibitor korosi terdiri dari inhibitor anorganik dan organik. Saat ini banyak dikembangkan bahan alami organik untuk dijadikan bahan inhibitor korosi yang lebih aman dan biokompatibel dengan tubuh (Memon *et al.*, 2009). Sudah banyak penelitian mengenai bahan inhibitor korosi alami yang ekonomis, misalnya dari kulit pisang (Iqbal, Saeed and Zafar, 2009), kulit mangga (N Feng, X, S, Y, & J, 2011), kulit jeruk (IB Stephen & N, 2004) dan kulit belimbing (Sobir and FD, 2010)

C. Semangka (*Citrullus Lanatus*)

1. Morfologi semangka

Tanaman semangka adalah tanaman semusim yang tumbuh merambat hingga mencapai kepanjangan 3-5 meter. Batang tanaman ini lunak, berambut, bersegi dan panjangnya mencapai 1,5-5 meter. Daun semangka berseling, bertangkai, helaian daunnya lebar dan ujungnya runcing, tepian daun bergelombang dan tulang daunnya berbentuk menjari (Gambar 1). Panjang daun sekitar 3-25 cm dan lebar daun 1,5-5 cm (HS, 2015).



Gambar 1. Morfologi daun tanaman semangka Sumber: www.google.com

Bunga tanaman semangka berwarna kuning cerah (Gambar 2), dan terdiri dari tiga jenis, yaitu bunga betina (*pistillate*), bunga jantan (*staminate*) dan bunga sempurna (*hermaphrodite*). Pada umumnya perbandingan jumlah bunga jantan dan betina pada tanaman semangka yaitu 7:1 (HS, 2015).



Gambar 2. Bunga dari tanaman semangka Sumber: www.google.com

Buah semangka memiliki bentuk bervariasi dengan diameter 15-20 cm, panjang 20-40 cm, dan berat 4-20 kg. Bentuk buahnya secara umum dibedakan menjadi tiga, yaitu bulat, oval dan lonjong. Semangka memiliki kulit buah yang tebal, licin dan berdaging. Warna kulit luar semangka beragam, seperti hijau tua, hijau muda bergaris putih, atau kuning agak putih. Daging kulit semangka berwarna putih dan disebut

albedo. Sedangkan daging buah semangka renyah, mengandung banyak air, manis, dan umumnya berwarna merah, tetapi ada juga yang berwarna kuning dan jingga. Bentuk biji semangka pipih, memanjang, dan warnanya hitam, putih, kuning atau coklat kemerahan, serta ada juga semangka yang tidak memiliki biji (*seedless*) (HS, 2015). Contoh tampilan buah semangka yang sering dijumpai di pasaran dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk umum buah semangka Sumber: www.google.com

2. Taksonomi

Secara taksonomi tanaman semangka memiliki kedudukan sebagai berikut (Wang, Behera and C, 2012)

Kerajaan : *Plantae*
Divisi : *Tracheophyta*
Subdivisi : *Spermatophytina*
Kelas : *Magnoliopsida*
Ordo : *Cucurbitales*
Famili : *Cucurbitaceae*

Genus : *Citrullus*

Spesies : *Citrullus lanatus*

3. Kandungan kulit semangka

Penelitian menunjukkan bahwa kulit, daging dan biji semangka mengandung beberapa senyawa fitokimia seperti alkaloid, tanin, fenol, saponin, oksalat dan sebagainya (Mandasari and Purnomo, 2016). Sedangkan kulit semangka sendiri mengandung 13% pektin, 20% selulosa, 23% hemiselilosa, 10% lignin, 12% silika dan protein (Mandasari and Purnomo, 2016). Penelitian oleh Odewunmi et.al mendapatkan bahwa kulit semangka juga mengandung *L-citrulline* yang memiliki sifat antioksidan yang dapat menghambat proses korosi (Gatto et al., 2013).

4. Ekstrak kulit semangka sebagai inhibitor korosi

Kulit semangka mengandung 20% selulosa dan 10% lignin yang merupakan penyusun dinding sel (Mandasari and Purnomo, 2016). Selulosa berpotensi untuk dijadikan adsorben karena adanya kandungan gugus –OH yang menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben. Dengan demikian selulosa lebih kuat menyerap zat yang bersifat polar daripada zat yang kurang polar (Wong et al., 2008).

Pektin merupakan salah satu senyawa yang terdapat pada dinding sel tumbuhan darat. Pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4 glikosidik dan banyak terdapat pada lamella tengah dinding sel tumbuhan (Madhav and Pushpalatha, 2002).

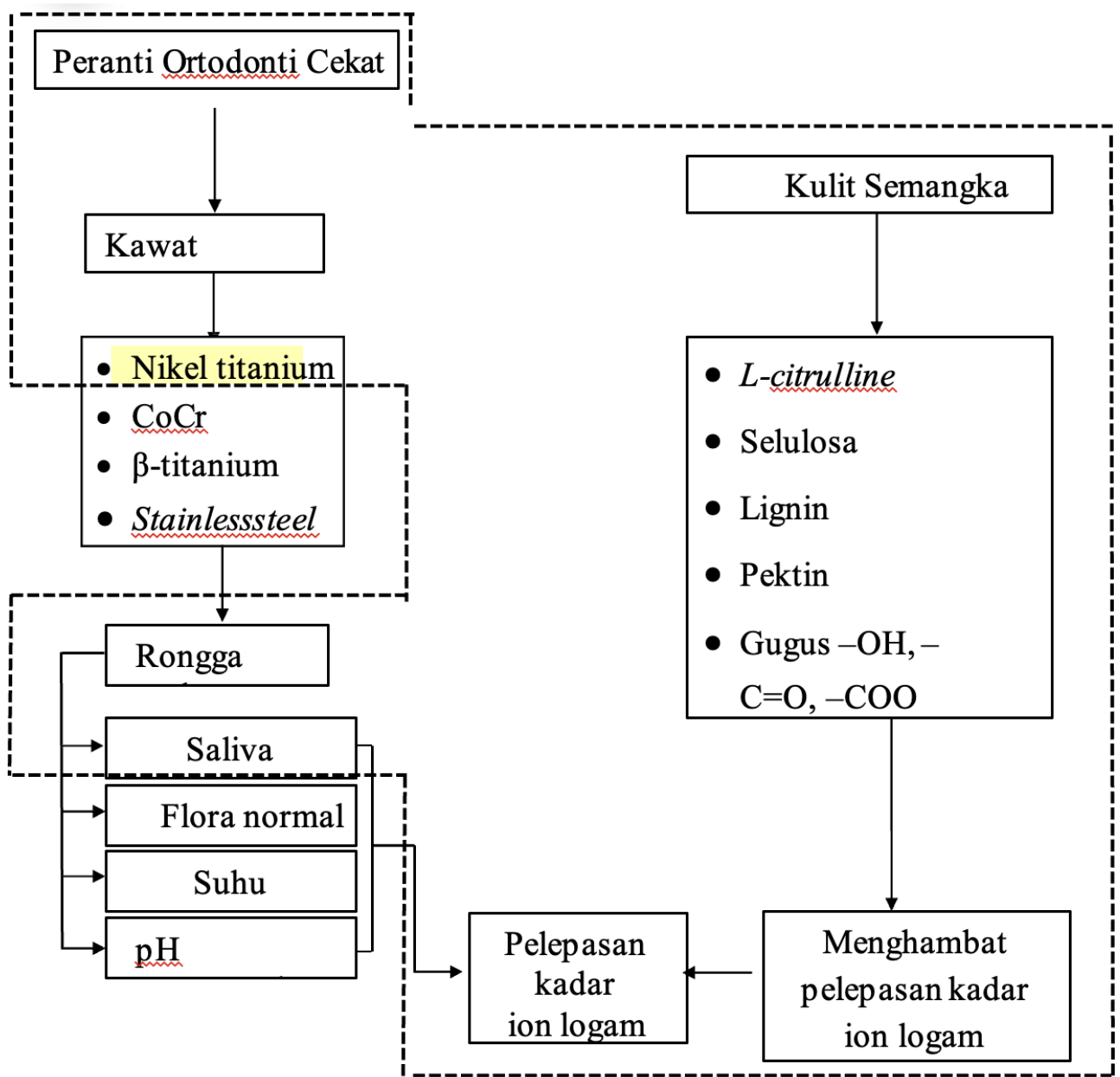
Proses biosorpsi logam oleh pektin dapat terjadi karena adanya gugus-gugus yang memiliki pasangan elektron bebas seperti gugus karboksilat dan hidroksil yang terdapat pada senyawa tersebut, sehingga kation logam dapat tertarik dan berikatan membentuk kompleks pektin dan logam (R and NC, 2013). Pada penelitian yang dilakukan oleh Lakshmipathy et al., hasil karakterisasi dengan FT- IR pada ekstrak kulit semangka menunjukkan adanya gugus $-OH$, $-C=O$, $-COO$ dan $-C-O$ yang merupakan gugus fungsi yang mudah berikatan dengan logam (Saranya *et al.*, 2013).

Kandungan lain yang terdapat pada semangka yaitu *L-citrulline* yang mengandung heteroatom (nitrogen dan oksigen) dan cincin aromatik dalam struktur kimianya memungkinkan terjadinya interaksi ionik dengan permukaan logam dan dapat berfungsi sebagai inhibitor korosi (Gatto *et al.*, 2013).

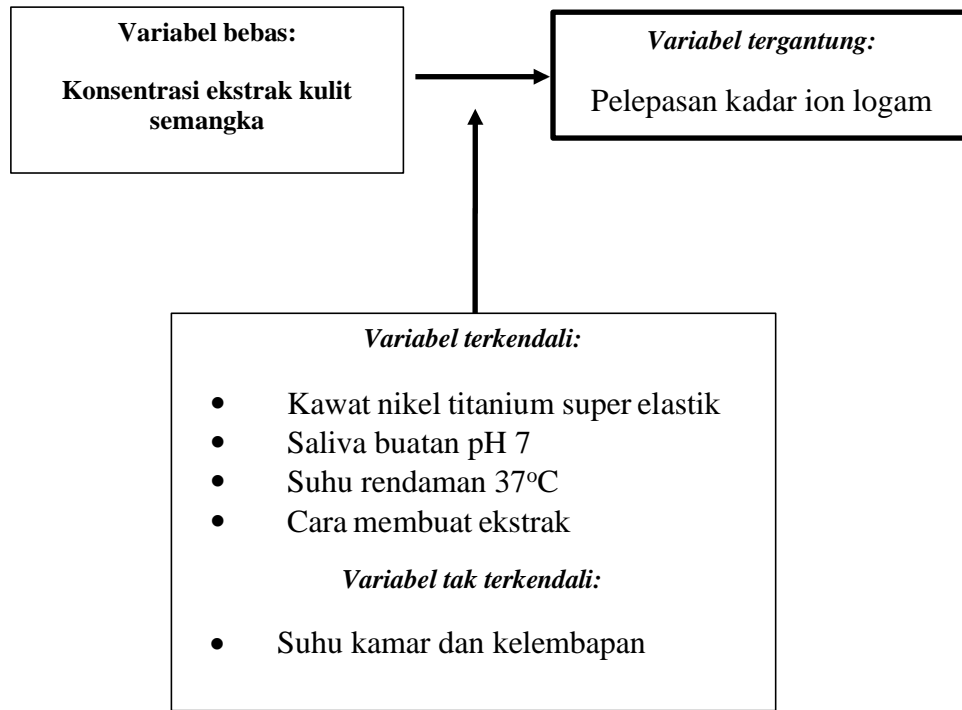
BAB III

KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP

A. Kerangka Teori



B. Kerangka Konsep



C. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu bahwa konsentrasi ekstrak kulit semangka dapat mempengaruhi pelepasan kadar ion logam kawat ortodonti berbahan nikel titanium.

D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini terbatas melihat pelepasan kadar ion logam pada kawat ortodonti berbahan nikel titanium, akan tetapi tidak spesifik mengidentifikasi unsur-unsur logam apa saja yang terlepas di dalam ekstrak kulit semangka.