



**PERBANDINGAN PELEPASAN ION NIKEL PADA KAWAT
ORTODONTIK *STAINLESS STEEL* YANG DIRENDAM
DALAM SEDUHAN TEH HITAM DAN
SEDUHAN KOPI ARABIKA**

SKRIPSI

Oleh :

Zhara Hafzah Audilla

131610101003

**BAGIAN ORTODONSIA
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER**

2017



**PERBANDINGAN PELEPASAN ION NIKEL PADA KAWAT
ORTODONTIK *STAINLESS STEEL* YANG DIRENDAM
DALAM SEDUHAN TEH HITAM DAN
SEDUHAN KOPI ARABIKA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kedokteran Gigi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh :

Zhara Hafzah Audilla

131610101003

**BAGIAN ORTODONSIA
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER**

2017

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT atas matahari yang masih Engkau tampilkan hari ini, nafas kami yang masih Engkau panjangkan dan karunia yang tiada henti Engkau berikan;
2. Rasulullah Nabi Muhammad SAW, Engkau berhati selalu suci, suri tauladan kami dan pencerah dunia ini hingga akhirat nanti;
3. Mama Sri Rahayu dan Ayah Djoko Santoso yang tercinta;
4. Adik-adikku Reffa Rizki Amirul Rahman, Sheilla Annisa Audia Rahma, dan Alfian Febrieno Gazelle yang tersayang;
5. Guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai SMA yang telah mendidikku menjadi siswa yang baik.
6. Dosen-dosen dan pegawai-pegawai Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang membimbing dan mendidikku selama menempuh pendidikan dokter gigi.
7. Agama, bangsa dan Negara serta almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

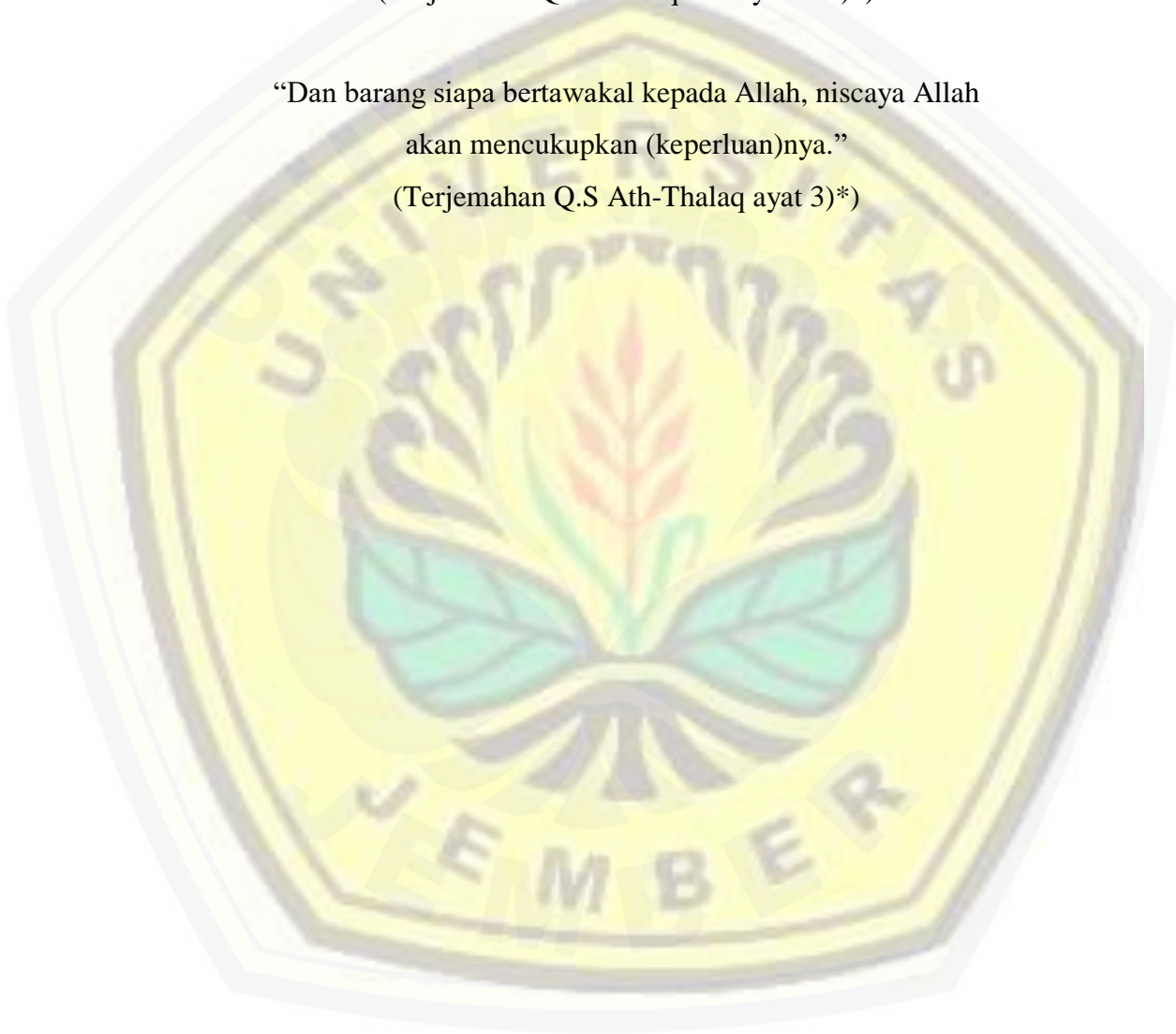
MOTTO

“Maka ingatlah kepada-Ku, Aku pun akan ingat kepadamu. Bersyukurlah kepada-Ku, dan janganlah kamu ingkar kepada-Ku.”

(Terjemahan Q.S Al-Baqarah ayat 152)*)

“Dan barang siapa bertawakal kepada Allah, niscaya Allah akan mencukupkan (keperluan)nya.”

(Terjemahan Q.S Ath-Thalaq ayat 3)*)



*) DR. Ahmad Hatta, MA. 2009. TAFSIR QUR'AN PER KATA Dilengkapi Dengan Asbabun Nuzul & Terjemah. Jakarta: Magfirah Pustaka.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Zhara Hafzah Audilla

NIM : 131610101003

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Perbandingan Pelepasan Ion Nikel pada Kawat Ortodontik *Stainless Steel* Yang Direndam Dalam Seduhan Teh Hitam dan Seduhan Kopi Arabika” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 4 Januari 2017

Yang menyatakan,

Zhara Hafzah Audilla

NIM 131610101003

SKRIPSI

**PERBANDINGAN PELEPASAN ION NIKEL PADA KAWAT
ORTODONTIK *STAINLESS STEEL* YANG DIRENDAM
DALAM SEDUHAN TEH HITAM DAN
SEDUHAN KOPI ARABIKA**

Oleh :

Zhara Hafzah Audilla

131610101003

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Rudy Joelijanto, M. Biomed

Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Agus Sumono, M. Kes

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Perbandingan Pelepasan Ion Nikel pada Kawat Ortodontik *Stainless Steel* Yang Direndam Dalam Seduhan Teh Hitam dan Seduhan Kopi Arabika” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Rabu, 04 Januari 2017

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Penguji Ketua,

Penguji Anggota,

drg. Leliana Sandra D.P., Sp.Ort
NIP. 197208242001122001

drg. Lusi Hidayati, M.Kes
NIP. 197404152005012002

Pembimbing Ketua,

Pembimbing Anggota,

drg. Rudy Joelijanto, M.Biomed
NIP. 197207151998021001

drg. Agus Sumono, M.Kes
NIP. 196804012000121001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Jember

drg. R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes., Sp. Prost
NIP. 196901121996011001

RINGKASAN

Perbandingan Pelepasan Ion Nikel pada Kawat Ortodontik *Stainless Steel* Yang Direndam Dalam Seduhan Teh Hitam Dan Seduhan Kopi Arabika; Zhara Hafzah Audilla, 131610101003; 2017; 70 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Pada era modern seperti saat ini, kebutuhan dan tuntutan akan perawatan ortodontik semakin banyak. Kawat ortodontik *stainless steel* merupakan kawat yang paling sering digunakan saat ini dalam perawatan ortodontik. Alat ortodontik mungkin menimbulkan korosi dari waktu ke waktu. Korosi akan terjadi terus-menerus di dalam mulut karena pelepasan ion dengan abrasi oleh makanan, cairan atau minuman, dan sikat gigi. Proses korosi selalu diikuti dengan pelepasan ion dari unsur logam. Salah satu penyebab terjadinya korosi adalah pH asam. Di dalam rongga mulut pH asam dapat terjadi apabila seseorang mengkonsumsi minuman yang mempunyai pH asam. Teh dan kopi merupakan contoh hasil dari sektor pertanian yang sangat digemari hampir setiap negara di dunia termasuk Indonesia. Seduhan teh dan kopi termasuk dalam minuman yang mempunyai pH asam.

Pasien yang melakukan perawatan dengan memakai kawat ortodontik dan memiliki kebiasaan meminum seduhan teh atau kopi, akan memudahkan korosi pada kawat tersebut. Proses korosi juga dapat menimbulkan dampak bagi kesehatan maupun bagi kawat ortodontik *stainless steel* itu sendiri. Efek biologi yang mampu menyebabkan gangguan kesehatan salah satunya adalah akumulasi Ni pada pankreas bisa menghambat sekresi hormon imunitas. Korosi dapat menyebabkan perubahan kualitas pada kawat antara lain perubahan warna, berkurangnya kekuatan dan dimensi sehingga menyebabkan kawat mudah patah.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pelepasan ion Ni pada kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam seduhan Teh Hitam dan seduhan Kopi Arabika. Jenis penelitian ialah eksperimental laboratoris dengan rancang *the post test*

only control group design. Sampel kawat ortodontik *stainless steel* berjumlah 12 dibagi menjadi 3 kelompok, 1 kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan. Kawat ortodontik *stainless steel* direndam dalam saliva buatan, saliva buatan yang ditambah seduhan Teh Hitam dan saliva buatan yang ditambah dengan Kopi Arabika selama 10,5 jam dalam inkubator 37°C. Sampel diuji dengan menggunakan alat *atomic absorption spectrometry* (AAS) untuk menghitung jumlah pelepasan ion Ni.

Hasil penelitian menunjukkan rerata pelepasan ion Ni pada kelompok kontrol sebesar 0,1797 ppm, pada kelompok perlakuan 1 sebesar 0,2827 ppm dan pada kelompok perlakuan 2 sebesar 0,1248 ppm. Data jumlah pelepasan ion Nikel kemudian di analisis dan menunjukkan data berdistribusi normal dan homogen. Kemudian data di uji One Way ANOVA dan Post Hoc Multiple Comparison Test menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan 1. Terdapat perbedaan signifikan kelompok perlakuan 1 dengan kelompok perlakuan 2. Kemudian terdapat perbedaan tidak signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan 2.

Kesimpulan dari penelitian ini pelepasan ion Ni pada kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam saliva buatan, saliva buatan ditambah dengan seduhan Teh Hitam dan saliva buatan yang direndam saliva buatan ditambah dengan seduhan Kopi Arabika. Pelepasan ion Ni pada kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam saliva buatan ditambah dengan seduhan Teh Hitam memiliki pelepasan ion Ni lebih tinggi dibandingkan yang direndam dalam saliva buatan dan saliva buatan ditambah dengan seduhan Kopi Arabika.

PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT yang maha pengasih dan penyayang, bahwa atas taufiq dan hidayah-Nya maka penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sang pemberi syafa'at beserta seluruh keluarga, sahabat dan para pengikutnya. Skripsi yang berjudul “Perbandingan Pelepasan Ion Nikel pada Kawat Ortodontik *Stainless Steel* Yang Direndam Dalam Seduhan Teh Hitam dan Seduhan Kopi Arabika”, ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak mungkin terlaksana tanpa adanya bantuan baik moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih yang sedalamnya terutama kepada :

1. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes., Sp. Prost, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
2. drg. Rudy Joelijanto, M. Biomed, selaku Dosen Pembimbing Utama dan drg. Agus Sumono, M. Kes, selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah membagikan ilmu, waktu dan pengalamannya dalam proses penyelesaian skripsi penulis;
3. drg. Leliana Sandra D.P., Sp.Ort, selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Lusi Hidayati, M.Kes, selaku Dosen Penguji Anggota yang telah bersedia menguji dan memberikan saran pada skripsi penulis;
4. drg. Achmad Gunadi M.S., Ph. D, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
5. Mama Sri Rahayu dan Ayah Djoko Santoso yang tercinta, terima kasih atas segala kasih sayang, dukungan moril dan materil, nasihat, pertanyaan-

pertanyaan tentang perkembangan skripsiku, serta untaian doa yang selalu mengiringi langkahku untuk mencapai keberhasilan;

6. Adik-adikku Reffa Rizki Amirul Rahman, Sheilla Annisa Audia Rahma, dan Alfian Febrieno Gazele yang senantiasa memberiku kasih sayang dan semangat, serta keluarga besarku di Blitar yang telah memberikan segala doa dan dukungannya;
7. Panji Hastawirata Putratama atas semangat dan dukungan yang terus diberikan secara tulus ikhlas dan rasa sayang, serta keluarga yang selalu *welcome* padaku;
8. Gadis dan Lilis serta Richa dan Emastari rekan satu penelitian yang selalu mendukung dan saling membantu selama skripsi ini diselesaikan;
9. Ayung, Ria, Nurin, Ajeng, Yas'a dan Farah rekan sejawat dari awal masuk FKG hingga saat ini sampai seterusnya atas dukungan dan kebersamaan yang telah tercurah selama ini;
10. Rekan-rekan FKG UNEJ Angkatan 2013 kalian memang angker “Angkatan Keren” dan Tim Hore yang setia mendukung setiap tahapan kuliahku di FKG;
11. Pihak pengelola Laboratorium Mikro Biologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang bagian uji XRF dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya bagian uji AAS, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian skripsi ini;
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terkait dengan hasil penelitian dari penelitian skripsi ini.

Jember, 04 Januari 2017

Penulis

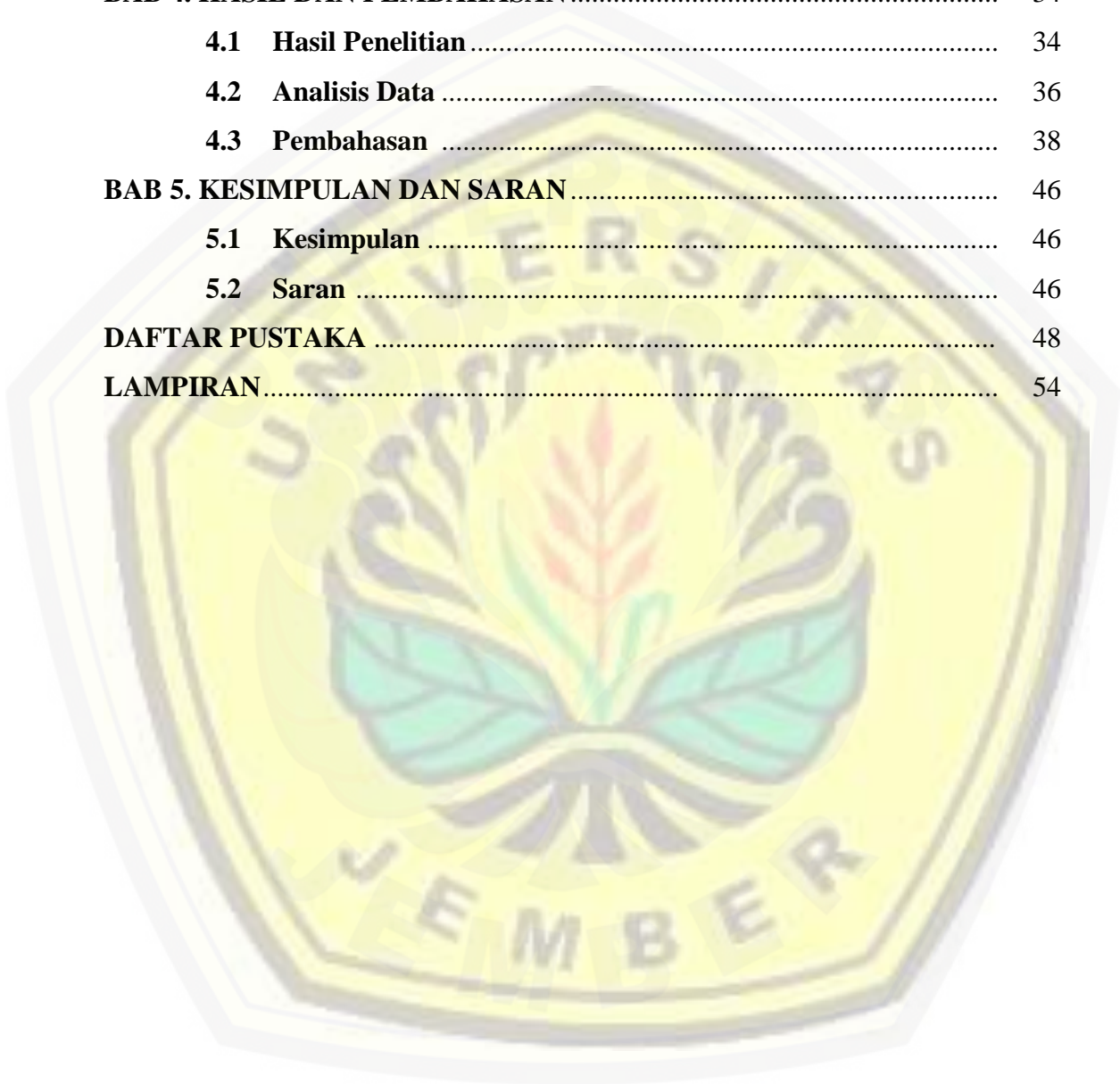
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Perawatan Ortodontik	5
2.1.1 Definisi Perawatan Ortodontik.....	5
2.1.2 Klasifikasi Alat Ortodontik.....	5
2.2 Kawat Ortodontik	7
2.2.1 Definisi Kawat Ortodontik.....	7
2.2.2 Karakteristik Kawat Ortodontik.....	7

2.2.3 Jenis Kawat Ortodontik.....	8
2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan Jenis Kawat Ortodontik.....	10
2.3 Kawat Ortodontik <i>Stainless Steel</i>.....	11
2.3.1 Jenis Kawat <i>Stainless Steel</i>	11
2.3.2 Sifat Unsur Senyawa Kawat Ortodontik <i>Stainless Steel</i>	12
2.4 Teh	13
2.4.1 Definisi Teh.....	13
2.4.2 Taksonomi Teh	13
2.4.3 Kandungan Senyawa Kimia Daun Teh.....	13
2.4.4 Teh Hitam	15
2.5 Kopi.....	16
2.5.1 Definisi Kopi.....	16
2.5.2 Taksonomi Kopi.....	17
2.5.3 Kandungan Kimia Kopi	17
2.5.4 Kopi Arabika.....	18
2.6 Saliva dan Saliva Buatan	19
2.7 Kawat Ortodontik dalam Seduhan.....	20
2.8 Efek Biologis dari Nikel	20
2.9 Alat Uji	21
2.9.1 Uji Komposisi Unsur (XRF).....	21
2.9.2 <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS)	22
2.9.3 Prinsip Kerja <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS)	22
2.9.4 Instrumentasi <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS)	23
2.10 Hipotesis	23
2.11 Kerangka Konsep Penelitian	24
BAB 3. METODE PENELITIAN	25

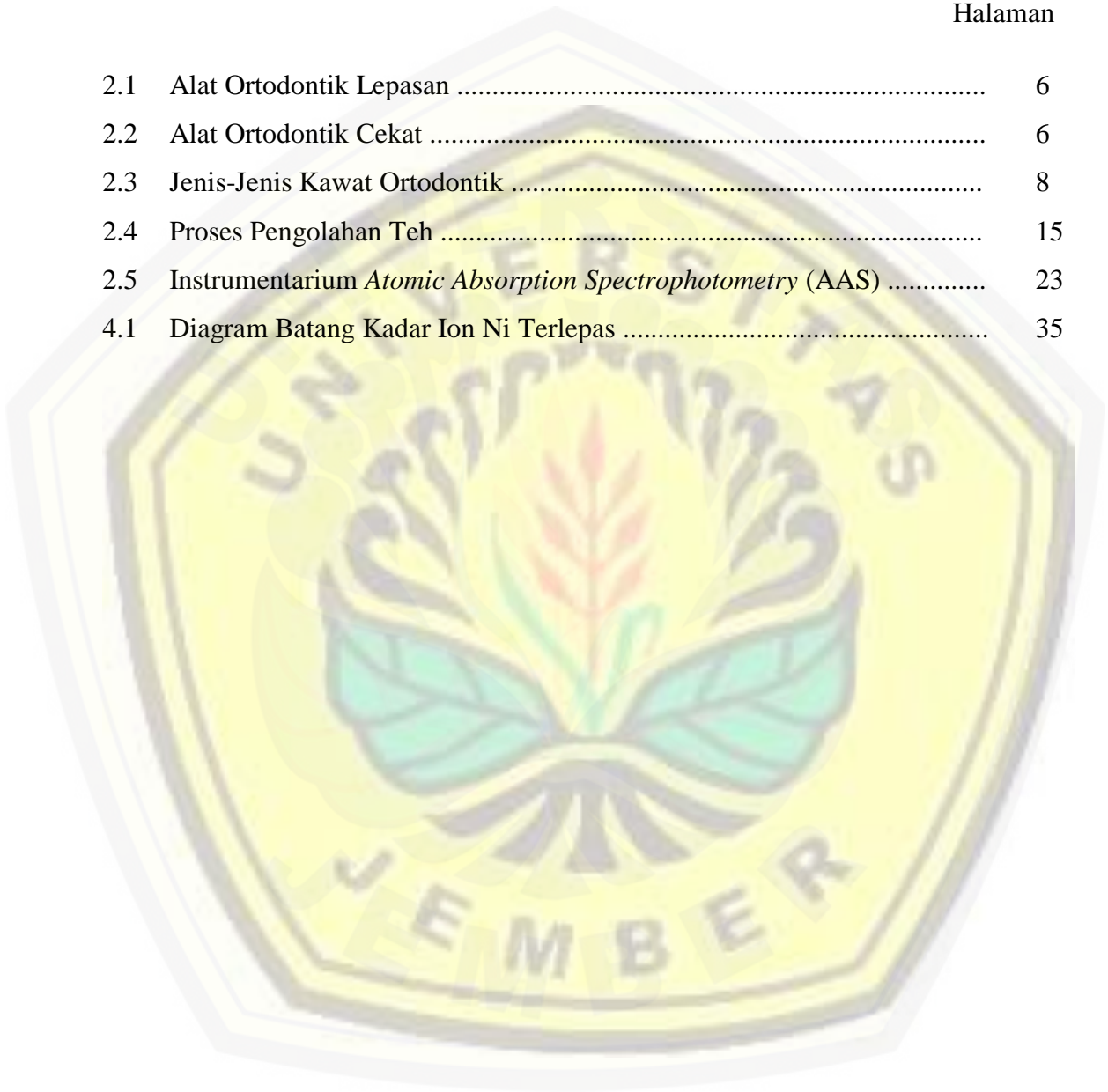
3.1 Jenis Penelitian	25
3.2 Rancangan Penelitian	25
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.3.1 Tempat Penelitian	25
3.3.2 Waktu Penelitian	25
3.4 Sampel Penelitian	26
3.4.1 Besar Sampel Penelitian.....	26
3.4.2 Pengelompokan Sampel Penelitian.....	26
3.5 Variabel Penelitian	26
3.5.1 Variabel Bebas	26
3.5.2 Variabel Terikat	26
3.5.3 Variabel Terkendali.....	27
3.6 Definisi Oprasional	27
3.6.1 Kawat Ortodontik <i>Stainless Steel</i>	27
3.6.2 Saliva Buatan	27
3.6.3 Seduhan Teh Hitam.....	27
3.6.4 Seduhan Kopi Arabika.....	28
3.6.5 Pelepasan Ion Ni	28
3.7 Alat dan Bahan Penelitian	28
3.7.1 Alat Penelitian.....	28
3.7.2 Bahan Penelitian	29
3.8 Prosedur Penelitian	29
3.8.1 Persiapan Spesimen.....	29
3.8.2 Uji Kemurnian Sampel.....	30
3.8.3 Persiapan Larutan.....	30
3.8.4 Perendaman Sampel.....	31
3.8.5 Pelaksanaan Penelitian	31
3.8.6 Pengujian Analisa Pelepasan Ion Ni	31

3.9 Analisis Data	32
3.10 Alur Penelitian	33
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Penelitian	34
4.2 Analisis Data	36
4.3 Pembahasan	38
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	54



DAFTAR GAMBAR


	Halaman
2.1 Alat Ortodontik Lepas 6	6
2.2 Alat Ortodontik Cekat 6	6
2.3 Jenis-Jenis Kawat Ortodontik 8	8
2.4 Proses Pengolahan Teh 15	15
2.5 Instrumentarium <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS) 23	23
4.1 Diagram Batang Kadar Ion Ni Terlepas 35	35



DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Kadar Ion Ni pada Larutan Sebelum Perlakuan	34
4.2 Kadar Ion Ni Rendaman	34
4.3 Rata-Rata Kadar Ion Ni Terlepas	35
4.4 Hasil Uji Normalitas Data	36
4.5 Hasil Uji Homogenitas Data	36
4.6 Hasil Uji Beda Data	37
4.7 Hasil Uji Beda Lanjutan	37
4.8 Jumlah Ion Ni Terlarut	44

DAFTAR SINGKATAN



AAK	: Aksi Agraris Kanisius
AAO	: <i>American Association of Orthodontist</i>
AAS	: <i>Atomic Absorbtion Spectrometry</i>
Al	: <i>Aluminium</i>
C	: <i>Carbon</i> (Karbon)
Ca	: <i>Calcium</i> (Kalsium)
Cr	: <i>Chromium</i> (Krom)
Cu	: <i>Copper</i> (Tembaga)
Co	: <i>Cobalt</i> (Kobalt)
DNA	: <i>deoxyribonucleic acid</i>
Fe	: <i>Ferrum</i> (Besi)
La	: <i>Lanthanum</i> (Lantanum)
Mg	: <i>Magnesium</i> (Magnesium)
Mn	: <i>Manganese</i> (Mangan)
Mo	: <i>molybdenum</i> (Molibdenium)
Ni	: <i>Nickel</i> (Nikel)
Os	: <i>Osmium</i> (Osmium)
P	: <i>Phosphorus</i> (Fosfor)
ppm	: <i>part per million</i>
Re	: <i>Rhenium</i> (Renium)
Sn	: <i>Stannum</i> (Timah)
Ti	: <i>Titanium</i> (Titanium)
V	: <i>Vanadium</i> (Vanadium)
XRF	: <i>X-Ray Fluorescence</i>
Zn	: <i>Zinc</i> (Seng)
Zr	: <i>Zirconium</i> (Zirkonum)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Perhitungan Jumlah Sampel Penelitian.....	54
B. Pengkonversian Waktu Perendaman Sampel.....	55
C. Bahan Penelitian	56
D. Alat Penelitian.....	57
E. Uji Kemurnian Sampel	60
F. Pelaksanaan Penelitian.....	62
G. Uji Kadar Ion Ni pada Larutan.....	65
H. Hasil Penelitian.....	66
I. Penghitungan Berat Logam Ni.....	67
J. Analisis Data	68

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era modern seperti saat ini, kebutuhan dan tuntutan akan perawatan ortodontik semakin banyak. Gigi yang tidak teratur terlebih lagi jika disertai adanya kelainan bentuk muka yang disebabkan oleh adanya hubungan rahang yang tidak harmonis disebut sebagai maloklusi. Maloklusi dapat dirawat dengan menggunakan alat ortodontik agar didapat oklusi yang normal dan muka yang menyenangkan (Sulandjari, 2008).

Berdasarkan alat yang digunakan untuk merawat maloklusi secara garis besar dapat digolongkan pada alat ortodontik lepas (*removable appliance*), alat ortodontik fungsional (*functional appliance*) dan alat ortodontik cekat (*fixed appliance*). Salah satu komponen alat yang digunakan yaitu kawat ortodontik (Rahardjo, 2012).

Kawat ortodontik *stainless steel* merupakan kawat yang paling sering digunakan saat ini dalam perawatan ortodontik. Kawat *stainless steel* dikenal juga sebagai baja tahan korosi yang mengandung besi (Fe), karbon (C), kromium (Cr), dan nikel (Ni). Komposisi yang terkandung di dalam kawat ortodontik *stainless steel* adalah 71 % *ferrum* atau besi (Fe), 18 % kromium (Cr), 8% nikel (Ni) dan 0,2 % karbon (C) (Bishara, 2001). Meskipun kelebihan dari kawat ortodontik *stainless steel* merupakan *alloy* yang paling murah, tetapi kawat ortodontik *stainless steel* merupakan kawat yang mudah korosi (O'Brien, 2002).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Kutha *et al.* (2009), pelepasan ion logam pada kawat ortodontik *stainless steel* merupakan pelepasan ion logam pada penelitian hari pertama terbanyak daripada kawat ortodontik *nickel-titanium* dan kawat ortodontik *thermal nickel-titanium*. Peneliti memilih kawat ortodontik berbahan *stainless steel* karena berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hera dan Johnson (1999) didapatkan bahwa *stainless steel* lebih mudah terjadi korosi dibandingkan kawat

ortodontik berbahan *nickel-titanium*. Proses korosi selalu diikuti dengan pelepasan ion dari unsur logam (Anusavice, 2004). Salah satu penyebab terjadinya korosi adalah pH asam (Utomo, 2009). Di dalam rongga mulut pH asam dapat terjadi apabila seseorang mengkonsumsi minuman yang mempunyai pH asam. Pada penelitian tahun 2003, Huang *et al.* menyimpulkan bahwa jumlah ion logam dirilis meningkat dengan waktu perendaman dalam segala kondisi dan jumlah itu lebih besar ketika larutan perendaman lebih asam yang terlibat. Mereka juga mengamati bahwa jumlah rata-rata ion Ni dirilis per hari lebih tinggi pada hari-hari pertama. Ion Ni memiliki kecenderungan yang tinggi untuk terlepas, berkaitan dengan struktur elemen pada tingkat atom. Atom nikel tidak terikat dengan kuat pada senyawa intermetalik (Schmaltz and Arenholt-Bindslev, 2009). Paparan akut Ni melalui inhalasi bisa mengakibatkan kerusakan berat pada paru-paru dan ginjal serta gangguan gastrointestinal berupa mual, muntah, dan diare. Berdasarkan uji toksisitas, senyawa larut seperti nikel asetat lebih toksik dibanding dengan senyawa Ni yang tidak larut (Widowati, 2008).

Teh dan Kopi merupakan contoh hasil dari sektor pertanian yang sangat digemari hampir setiap negara di dunia termasuk Indonesia (Ervina S, 2006). Pada penelitian Briawan *et al.*, 2001 dalam pengolahannya dapat diasumsikan bahwa prevalensi masyarakat Indonesia dalam mengkonsumsi Teh dan Kopi berada pada tingkat kedua setelah air minum yaitu 79%. Selain sering dikonsumsi, Teh dan Kopi memiliki pH yang termasuk asam. Menurut Flores dan Naomi (2014) nilai pH seduhan Teh siap minum yang diuji dalam penelitian ini berada di bawah 4,03. Sedangkan tingkat pH Kopi berbeda berada di kisaran 4,89-5,98 (Butt *et al.*, 2011).

Kandungan tanin dan kafein dapat mempengaruhi laju pelepasan ion. Menurut Ludiana dan Handani (2012) dan Sulistioso *et al.* (2013), tanin dan kafein dapat menurunkan laju pelepasan ion logam. Kandungan tanin dan kafein pada Teh Hitam dan Kopi Arabika berbeda. Pada Teh Hitam kadar tanin sebesar 63 mg dan kadar kafein 50 mg (Danang, 2011). Menurut McCusker *et al.* (2003), satu cangkir seduhan Kopi mengandung tanin 85,6 mg dan kafein 95-200 mg.

Pasien yang melakukan perawatan dengan memakai kawat ortodontik dan memiliki kebiasaan meminum seduhan Teh atau Kopi, akan memudahkan terjadinya pelepasan ion pada kawat tersebut. Proses pelepasan ion juga dapat menimbulkan dampak bagi kesehatan maupun bagi kawat ortodontik *stainless steel* itu sendiri (Eliades dan Athanasiou, 2002). Efek biologi yang mampu menyebabkan gangguan kesehatan salah satunya adalah akumulasi Ni pada pankreas bisa menghambat sekresi hormon imunitas (Widowati, 2008). Pelepasan ion yang terus menerus akan terjadi korosi dan dapat menyebabkan perubahan kualitas pada kawat antara lain perubahan warna, berkurangnya kekuatan dan dimensi sehingga menyebabkan kawat mudah patah (Tarzen, 1995).

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti bermaksud untuk menganalisis perbedaan pelepasan ion Ni pada kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam seduhan Teh Hitam dan seduhan Kopi Arabika.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, rumusan masalah yang dapat diteliti yaitu bagaimana perbandingan pelepasan ion Ni pada kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam seduhan Teh Hitam dan Kopi Arabika ?

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbedaan jumlah pelepasan ion Ni pada kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam Teh Hitam dan Kopi Arabika.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu :

1. Dapat memberikan informasi kepada dokter gigi mengenai efek seduhan Teh Hitam dan seduhan Kopi Arabika terhadap pelepasan ion Ni pada kawat ortodontik *stainless steel*.
2. Dapat memberikan informasi kepada pengguna kawat ortodontik untuk pertimbangan jumlah konsumsi seduhan Teh Hitam dan seduhan Kopi Arabika.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perawatan Ortodontik

2.1.1 Definisi Perawatan Ortodontik

Perawatan ortodontik adalah prosedur jangka panjang yang bertujuan mendapatkan oklusi yang baik tanpa rotasi gigi dan diastema (Alawiyah, 2012). Perawatan ortodontik dapat berupa: (1) Perawatan Sederhana, yaitu perawatan yang ditujukan terhadap sebagian tertentu dari maloklusi yang ditetapkan sebagai target perawatan. (2) Perawatan Komprehensif, yaitu perawatan yang dilakukan untuk mengoreksi maloklusi secara menyeluruh. (3) Perawatan Multidisiplin, yaitu perawatan maloklusi yang melibatkan beberapa cabang ilmu. (4) Perawatan Interdisiplin yaitu perawatan maloklusi yang dilaksanakan dengan kerjasama antar cabang ilmu, perencanaan perawatan dilakukan secara bersama-sama, misalnya seperti perawatan ortodontik bekerja sama dengan perawatan bedah mulut dalam menangani fraktur rahang (AAO, 2008).

2.1.2 Klasifikasi Alat Ortodontik

Alat yang digunakan untuk merawat maloklusi secara garis besar dapat digolongkan sebagai berikut :

a) Alat Ortodontik Lepas

Alat ortodontik lepas adalah alat yang dapat dipasang dan dilepas oleh pasien. Komponen utama alat ortodontik lepas adalah: 1) komponen aktif; 2) komponen pasif; 3) lempeng akrilik; 4) penjangkaran. Komponen aktif pada alat ortodontik lepas terdiri atas pegas, busur, dan sekrup ekspansi. Sedangkan pada komponen pasif yang utama adalah cengkeram Adams dengan beberapa modifikasinya, cengkeram Southend dan busur pendek.



Gambar 2.1 Alat ortodontik lepasan (Sumber: Phulari, 2011)

b) Alat Ortodontik Fungsional

Alat ortodontik fungsional digunakan untuk mengoreksi maloklusi dengan memanfaatkan, menghalangi atau memodifikasi kekuatan yang dihasilkan oleh otot orofasial, erupsi gigi dan pertumbuhan kembangan dentomaksilofasial. Ada juga yang mengatakan bahwa alat ortodontik fungsional dapat berupa alat ortodontik lepasan atau cekat yang menggunakan kekuatan yang berasal dari rengangan otot, fascia dan atau jaringan yang lain untuk mengubah relasi skelet dan gigi.

c) Alat Ortodontik Cekat

Alat ortodontik cekat adalah alat ortodontik yang melekat pada gigi pasien sehingga tidak bisa dilepas oleh pasien. Alat ortodontik cekat mempunyai tiga komponen utama, yaitu lekatan (*attachment*) yang berupa breket (*bracket*) atau cincin (*band*), kawat busur (*archwire*) dan penunjang (*accessories* atau *auxiliaries*) (Rahardjo, 2012).



Gambar 2.2 Alat ortodontik cekat (Sumber: Phulari, 2011)

2.2 Kawat Ortodontik

2.2.1 Definisi Kawat Ortodontik

Kawat ortodontik adalah salah satu komponen digunakan untuk pergerakan gigi yang diperlukan sebagai bagian dari perawatan ortodontik. Berbagai bahan seperti logam, paduan, polimer dan komposit yang digunakan untuk memproduksi kawat ortodontik. Sifat dari kawat ortodontik dievaluasi oleh berbagai tes laboratorium seperti tarik, torsi, dan tes lentur (Kotha, 2014).

2.2.2 Karakteristik Kawat Ortodontik

Setiap jenis kawat ortodontik mempunyai karakteristik yang berbeda. O'Brien (2002) dan Phulari (2011) menyatakan bahwa karakteristik kawat ortodontik yang perlu ditimbang untuk perawatan yang optimal antara lain :

a) Kekakuan (*stiffness*)

Kekakuan kawat ortodontik didefinisikan sebagai besar gaya yang dihasilkan saat proses pemakaian kawat ortodontik. Kawat yang memiliki tingkat kekakuan rendah akan menghasilkan gaya yang kecil dan ringan.

b) *Springback*

Springback adalah kecenderungan kawat untuk kembali ke bentuk semula meskipun telah mengalami deformasi.

c) *Formability*

Formability merupakan karakteristik kawat yang mudah dibentuk tanpa mengalami fraktur kawat.

d) *Modulus of Resilience* atau *Stored Energy*

Modulus of Resilience atau *Stored Energy* merupakan kemampuan kawat untuk menyalurkan gaya ketika gaya diberikan dan menyimpan gaya ketika pemberian beban dihentikan.

e) Friksi

Friksi adalah kekuatan kawat untuk menahan gaya dari dua permukaan yang saling bergesekan. Gesekan terjadi antara kawat dan slot braket. Friksi yang besar akan menghasilkan pergerakan gigi yang kecil.

f) *Joinability*

Joinability adalah kemampuan kawat yang dapat beradaptasi ketika digabungkan dengan komponen lain dalam perawatan seperti proses penyolderan.

g) *Biocompatibility*

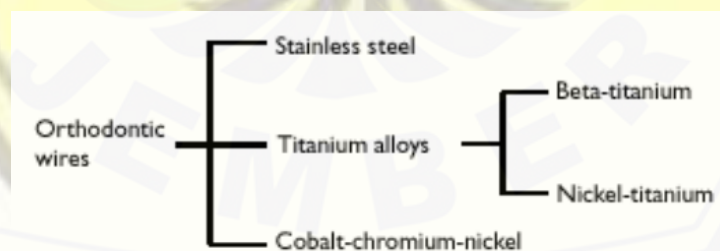
Biocompatibility didefinisikan sebagai toleransi biologis pada material kawat terhadap jaringan rongga mulut, termasuk resistensi terhadap korosi.

h) *Annealing*

Annealing adalah kemampuan kawat untuk memanaskan dan mendinginkan dengan tujuan mengurangi kekakuan dan meningkatkan kelenturan.

2.2.3 Jenis Kawat Ortodontik

Kawat ortodontik pada umumnya dapat digolongkan menjadi 4 jenis, yakni kawat ortodontik yang berasal dari bahan *stainless steel*, *cobalt-chromium-nickel*, titanium yang terbagi menjadi (β -titanium dan *nickel-titanium*) (O'Brien, 2002).



Gambar 2.3 Jenis-jenis kawat ortodontik (Sumber: O'Brien, 2002)

a) Kawat *stainless steel*

Kawat *stainless steel* merupakan kawat yang paling populer di kalangan ortodontis dikarenakan kombinasi *mechanical properties* yang baik, memiliki resistensi terhadap lingkungan mulut, dan biaya yang bersahabat. Jenis kawat *stainless steel* yang umum digunakan pada bidang kedokteran gigi adalah *American Iron and Steel Institute* (AISI) tipe 302 dan 304 *austenitic stainless steels*. Tipe 302 mengandung 17-19% Cr, 8-10% Ni, 0,15% C (max). Sedangkan tipe 304 mengandung 18-20% Cr, 8-12% Ni, dan 0,08% C (max). Penyeimbang komposisi *alloy* tersebut terutama adalah besi (Fe) sebanyak kurang lebih 70% (O'Brien, 2002).

b) *Cobalt-chromium-nickel*

Cobalt-chromium-nickel memiliki penampilan, *mechanical properties*, dan karakteristik yang hampir sama dengan kawat *stainless steel*. Yang membedakannya ialah komposisi dan respon yang lebih hebat terhadap pemanasan. Kandungan kawat ini adalah 40% Co, 20% Cr, 15% Ni, 15,8% Fe, 7% Mo, 2% Mn, 0,16% C, dan 0,04 % Be. *Elgiloy* (Rocky Mountain Orthodontics), produsen kawat ortodontik, memproduksi 4 jenis kawat *cobalt-chromium* berdasarkan sifatnya, yakni *soft*, *ductile*, *semiresilient*, dan *resilient* (O'Brien, 2002).

c) *Beta-titanium*

Kawat *beta-titanium* dikenal juga dengan sebutan *titanium-molybdenum alloy* (TMA). Komposisinya ialah 77,8% Ti, 11,3% Mo, 6,6% Zr, 4,3% Sn. Karakteristik kawat ini yang menjadi perhatian ialah sifat *weldability*, yaitu dapat disolder dengan *cobalt-chromium-nickel* dan *stainless steel* guna menambah kekuatan yang adekuat (O'Brien, 2002).

d) *Nickel-titanium*

Kawat *nickel-titanium* dikenal juga dengan sebutan nitinol, yang diturunkan dari kata *nickel* dan *titanium* yang dikembangkan oleh *Naval Ordnance*

Laboratory. Komposisi dari kawat ini ialah 55% Ni dan 45% Ti (O'Brien, 2002).

2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan Jenis Kawat Ortodontik

Menurut O'Brien (2002) terdapat kelebihan dan kekurangan pada kawat ortodontik, yaitu :

a) Kawat *stainless steel*

Kelebihan dari kawat ortodontik *stainless steel* yaitu : (1) Paling murah dibandingkan kawat *alloy* lainnya. (2) *Biocompatibility* terbukti secara penggunaan klinis. (3) *Formability* yang sangat baik untuk dibentuk menjadi perangkat ortodontik. (4) Dapat disolder dan dileburkan, meskipun peleburan mungkin membutuhkan penyolderan. Kekurangan dari kawat ortodontik *stainless steel* yaitu : (1) *Springback* yang relatif rendah dibandingkan *beta-titanium* dan *nickel-titanium alloy*. (2) Rentan terkena korosi dari pada kawat *nickel-titanium*.

b) *Cobalt-chromium-nickel*

Kelebihan dari kawat ortodontik *cobalt-chromium-nickel* yaitu : (1) Harga yang relatif murah, meskipun lebih mahal daripada *stainless steel*. (2) *Biocompatibility* terbukti secara penggunaan klinis. (3) *Formability* yang sangat baik. (4) Dapat disolder dan dilebur. (5) Resistensi *in vivo* terhadap korosi yang sangat baik. Kekurangan dari kawat ortodontik *cobalt-chromium-nickel* yaitu : *Springback* yang lebih rendah daripada *stainless steel*.

c) *Beta-titanium*

Kelebihan dari kawat ortodontik *beta-titanium* yaitu : (1) Pengantar gaya menengah, antara *stainless steel*, *cobalt-chromium-nickel*, dan *nickel-titanium*. (2) *Formability* yang sangat baik, satu-satunya kawat ortodontik yang mempunyai *weldability* nyata. (3) Karakteristik *springback* yang sangat baik.

(4) *Biocompatibility* yang baik dari kandungan Ti yang tinggi terbukti secara penggunaan klinis.

Kekurangan dari kawat ortodontik *beta-titanium* yaitu : (1) Mahal. (2) Friksi antara breket dengan kawat tertinggi.

d) *Nickel-titanium*

Kelebihan dari kawat ortodontik *nickel-titanium* yaitu : (1) Pengantar gaya terendah dibandingkan kawat-kawat yang telah dijelaskan di atas. (2) *Springback* sangat baik pada lekung, khususnya pada *superelasticalloy*. (3) *Alloy superelastic* dapat dipanaskan oleh ortodontis membentuk karakteristik penghantar gaya yang beragam. Kekurangan dari kawat ortodontik *nickel-titanium* yaitu: (1) Mahal. (2) Friksi antara breket dengan kawat tinggi setelah *beta-titanium*. (3) Kawat tidak dapat disolder dan harus disatukan dengan proses *mechanical crimping*. (4) Resistensi korosi in vitro terendah di antara kawat-kawat *alloy* lainnya.

2.3 Kawat Ortodontik *Stainless Steel*

2.3.1 Jenis Kawat *Stainless Steel*

Irwandi (2014) menyatakan bahwa *stainless steel* mempunyai seratus lebih jenis yang berbeda. Akan tetapi, seluruh *stainless steel* itu mempunyai satu sifat karena kandungan Cr yang membuat tahan terhadap karat. *Stainless steel* dapat dibagi ke dalam tiga kelompok dasar, yaitu : (1) *Austenitic stainless steel*, *Austenitic stainless steel* mengandung Ni dan Cr yang sangat tinggi. Kebanyakan *stainless steel* ini mengandung 18% Cr dan 8% Ni. (2) *Ferritic stainless steel*, *Ferritic stainless steel* mengandung 0,04% C dan 13%-20% Cr. (3) *Martensitic stainless steel*, *Martensitic stainless steel* mengandung 0,1% C, 13% Cr, dan 0,5% Mn.

2.3.2 Sifat Unsur Senyawa Kawat Ortodontik *Stainless Steel*

Kawat ortodontik *stainless steel* yang banyak digunakan dalam perawatan ortodontik merupakan *austenitic stainless steel* yang mempunyai tipe 302 dengan komposisi 71% Fe, 8% Ni, 18% Cr dan 0,2% C (Bishara, 2001). Kawat ortodontik *stainless steel* pada umumnya terdiri dari logam *ferro* dan logam non-*ferro*. Berikut merupakan sifat dari senyawa kawat ortodontik *stainless steel* menurut Irwandi (2004):

a) Logam *Ferro*

1) Besi (Fe) dan Karbon (C)

Logam *ferro* adalah logam besi. Fe merupakan logam yang penting dalam bidang teknik, tetapi besi murni terlalu lunak dan rapuh sebagai bahan kerja, konstruksi atau pesawat. Oleh karena itu besi selalu bercampur dengan unsur lain, terutama C. Logam *ferro* juga disebut karbon atau baja karbon. Bahan dasarnya adalah unsur besi (Fe) dan karbon (C), tetapi C yang paling besar pengaruhnya terhadap besi atau baja terutama kekerasannya.

b) Logam Non Ferro

1) Nikel (Ni)

Sifat Ni yaitu cukup keras, Berat Jenis 8,7 dan titik lebur 1455°C. Ni mudah dibentuk dalam keadaan dingin atau panas dan tahan korosi. Kegunaannya adalah untuk industri kimia, alat listrik dan alat kedokteran.

2) Kromium (Cr)

Cr merupakan logam berwarna putih kebiruan, lebih keras daripada kaca tapi rapuh. Sifat fisika dari Cr adalah titik lebur 1550°C dengan titik didih 2477°C dan kerapatan 7,138 gr/cm³. Cr mudah larut dalam asam seperti asam klorida, asam sulfat dan asam nitrat. Selain itu juga Cr dapat berfungsi untuk memperbaiki kekuatan tarik dan ketahanan korosi.

2.4 Teh

2.4.1 Definisi Teh

Teh sebagai bahan minuman dibuat dari pucuk muda daun Teh yang mengalami proses pengolahan seperti pelayuan, oksidasi enzimatis, penggilingan dan pengeringan. Manfaat yang dihasilkan dari minuman Teh adalah memberi rasa segar, dapat memulihkan kesehatan badan dan terbukti tidak menimbulkan dampak negatif (Rohdiana, 2015).

2.4.2 Taksonomi Teh

Kedudukan tanaman Teh secara botanis menurut Djiman *et al.* (1996) dapat dilihat pada sistemika berikut ini :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisio	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisio	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Transtroemiaceae</i>
Family	: <i>Theaceae</i>
Genus	: <i>Camellia</i>
Spesies	: <i>Camellia sinensis (L)</i>

2.4.3 Kandungan Senyawa Kimia Daun Teh

Kandungan senyawa kimia dalam daun Teh dapat digolongkan menjadi 4 kelompok besar yaitu : (1) golongan fenol; (2) golongan bukan fenol; (3) golongan aromatis; dan (4) enzim. Keempat kelompok tersebut bersama-sama mendukung terjadinya sifat-sifat baik pada Teh, apabila pengendaliannya selama pengolahan dapat dilakukan dengan tepat (Towaha, 2013).

a) Golongan fenol

Golongan fenol yang terdapat dalam daun Teh adalah :

- 1) Katekin.
- 2) Flavanol : senyawa kaemferol, kuarsetin, dan mirisetin.

b) Golongan bukan fenol

Golongan bukan fenol yang terdapat dalam daun Teh adalah :

- 1) Karbohidrat : sukrosa, glukosa dan fruktosa.
- 2) Pektin : asam pektat dan metil alkohol.
- 3) Alkaloid : senyawa kafein, theobromin dan theofolin.
- 4) Protein : senyawa hidrokarbon, alkohol, aldehid, keton, dan ester.
- 5) Asam-asam amino : asam amino L-theanin, sisanya berupa asam glutamat, asam aspartat dan arginin.
- 6) Klorofil dan zat warna yang lain.
- 7) Asam organik : asam malat, asam sitrat, asam suksinat dan asam oksalat.
- 8) Resin.
- 9) Vitamin-vitamin : A, B1, B2, B3, B5, C, E, dan K.
- 10) Mineral : K, Na, Mg, Ca, F, Zn, Mn, Cu dan Se.

c) Golongan aromatis

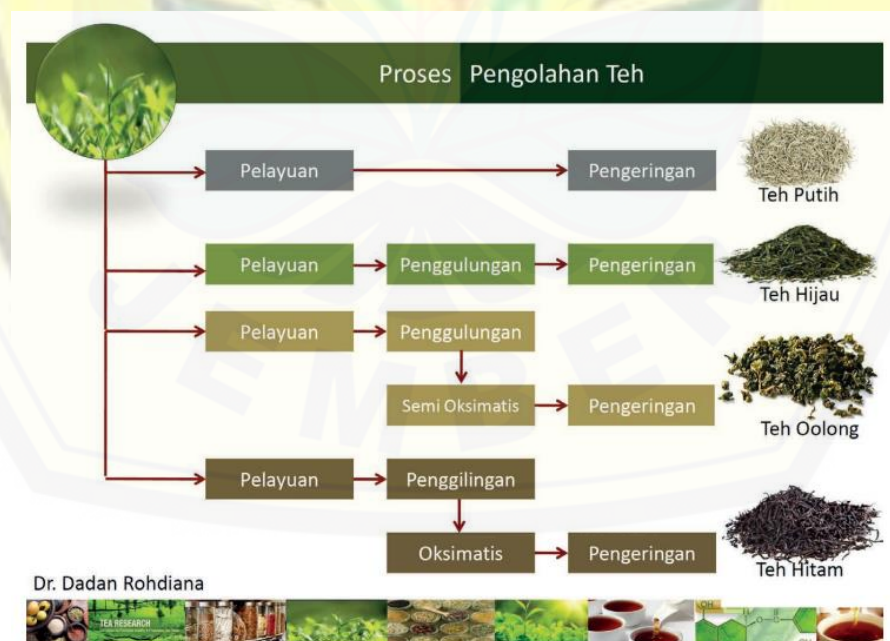
- 1) Linalool.
- 2) Linalool oksida.
- 3) Pfhenuetanol.
- 4) Geraniol.
- 5) Benzil alkohol.
- 6) Metil salisilat.
- 7) N-heksanal.
- 8) Cis-3-heksanol.

d) Enzim

- 1) Invertase.
- 2) Amilase.
- 3) β -glukosidase.
- 4) Oksimetilase.
- 5) Protease.
- 6) Perokside.

2.4.4 Teh Hitam

Berdasarkan proses pengolahannya menurut Rohdiana (2015) jenis Teh dapat dibedakan menjadi Teh tanpa fermentasi (Teh putih dan Teh hijau), Teh semi fermentasi (Teh oolong), serta Teh fermentasi (Teh Hitam). Belakangan istilah fermentasi menjadi kurang populer dan diganti dengan istilah yang lebih tepat, yaitu oksidasi enzimatis atau disingkat menjadi oksimatis. Berikut bagan proses pengolahan Teh secara sederhana.



Gambar 2.4 Proses Pengolahan Teh (Sumber: Rohdiana, 2015)

Teh Hitam ini juga merupakan Teh dengan proses pengolahan yang cukup rumit. Berdasarkan prosesnya Teh Hitam dibedakan menjadi Teh Hitam ortodoks dan *crushing-tearing-curling*(CTC). Pada proses pengolahan Teh Hitam ortodoks, daun Teh dilayukan selama 14-18 jam. Setelah layu, daun Teh digulung, digiling dan dioksimatis selama kurang lebih 1 jam. Sementara itu, proses pengolahan CTC, pelayuannya lebih singkat yaitu, 8-11 jam dan diikuti dengan proses penggilingan yang sangat kuat untuk mengeluarkan cairan sel semaksimal mungkin. Proses selanjutnya adalah pengeringan yaitu proses pengolahan yang bertujuan untuk menghentikan proses oksimatis dan menurunkan kadar air. Teh kering selanjutnya disortasi dan *digrading* untuk menghasilkan jenis mutu Teh tertentu (Rohdiana, 2015).

Selama proses fermentasi, khamir dan bakteri melakukan metabolisme terhadap sukrosa dan menghasilkan sejumlah asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukonat, dan asam glukoronat oleh karena itu terjadi peningkatan kadar asam-asam organik. Sehingga semakin tinggi asam organik yang terdapat dalam Teh maka semakin tinggi pula total asamnya. Hal ini disebabkan oleh semakin lamanya waktu fermentasi, maka akan semakin banyak asam asetat yang terbentuk sebagai hasil metabolisme *Acetobacter Xylinum*. Semakin lama fermentasi, maka hasil fermentasi akan semakin asam (Jasman and Widiyanto, 2012).

2.5 Kopi

2.5.1 Definisi Kopi

Kopi merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Kopi tidak hanya berperan penting sebagai sumber devisa melainkan juga merupakan sumber penghasilan bagi tidak kurang dari satu setengah juta jiwa petani Kopi di Indonesia. Konsumsi Kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies Kopi Arabika dan 26% berasal dari spesies Kopi robusta (Rahardjo, 2012).

2.5.2 Taksonomi Kopi

Kedudukan tanaman Kopi secara botanis menurut Bahri (1996) dapat dilihat pada sistemika berikut ini :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Rubiales</i>
Family	: <i>Rubiaceae</i>
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea sp.</i>

2.5.3 Kandungan Kimia Kopi

Senyawa yang membentuk aroma dan rasa di dalam Kopi menurut Ciptadi dan Nasution (1985) adalah :

- a) Golongan fenol dan asam tidak mudah menguap yaitu :
 - 1) Asam kofeat.
 - 2) Asam klorogenat.
 - 3) Asam ginat.
 - 4) Riboflavin.
- b) Golongan senyawa karbonil yaitu :
 - 1) Asetaldehid.
 - 2) Propanon.
 - 3) Alkohol.
 - 4) Vanilin aldehid.

c) Golongan senyawa karbonil asam :

- 1) Oksasuksinat.
- 2) Aseto asetat.
- 3) Hidroksi piruvat.
- 4) Keton kaproat.
- 5) Oksalasetat.
- 6) Mekoksalat.
- 7) Merkaptopiruvat.

d) Golongan asam amino :

- 1) Leusin.
- 2) Iso leusin.
- 3) Variline.
- 4) Hidroksiproline.
- 5) Alanin.
- 6) Threonin.
- 7) Glisin.
- 8) Asam aspartat.

e) Golongan asam mudah menguap :

- 1) Asam asetat.
- 2) Propionat.
- 3) Butirat.
- 4) Voleat.

2.5.4 Kopi Arabika

Kopi Arabika merupakan Kopi yang paling banyak dikembangkan di dunia maupun di Indonesia khususnya. Kopi ini ditanam pada dataran tinggi yang memiliki iklim kering sekitar 1350–1850 m dari permukaan laut. Sedangkan di Indonesia sendiri Kopi ini dapat tumbuh dan berproduksi pada ketinggian 1000-1750 m dari permukaan

laut. Kopi ini memiliki tingkat aroma dan rasa yang kuat. Kopi Arabika pertama kali dibawa ke Jawa pada tahun 1699 oleh seorang bangsa Belanda. Tetapi sebagai tanaman perdagangan yang menyakinkan dan pertumbuhan menjadi lebih baik pada tahun 1699. Bibit tanaman tersebut didatangkan dari Yaman, yakni yang dikenal sebagai Kopi Arabika varietas arabika (AAK, 1988).

Di Jawa, tanaman Kopi ini mendapat perhatian sepenuhnya pada tahun 1966, karena tanaman tersebut dapat berkembang dan berproduksi baik. Bibit Kopi Indonesia didatangkan dari Yaman. Pada waktu itu jenis yang didatangkan adalah Kopi Arabika. Setelah diketahui bahwa tanaman Kopi itu hasilnya diketahui terus meningkat, mulai saat itulah banyak pengusaha yang memperluas usahanya dalam lapangan perkebunan, terutama di Jawa Tengah dan Jawa Timur pada tanah-tanah swasta (AAK, 1988).

2.6 Saliva dan Saliva Buatan

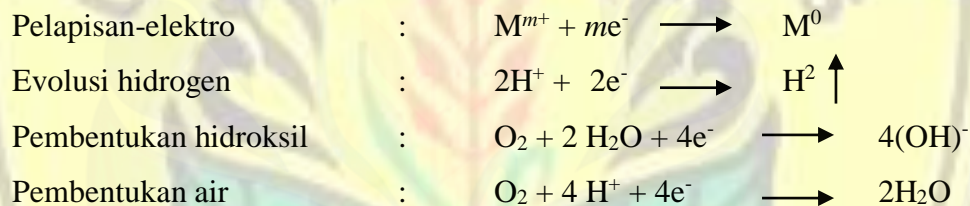
Saliva yang disebut juga cairan mulut adalah suatu cairan yang dikeluarkan kelenjar ludah di dalam rongga mulut. Saliva merupakan sekresi campuran yang diproduksi oleh kelenjar parotis sebanyak $\pm 90\%$ submandibula, sublingual dan kelenjar pada palatum lunak dan pada permukaan dalam bibir dan pipi. Saliva buatan mengandung komponen yang sama dengan saliva asli, tetapi tidak mengandung enzim. Saliva buatan dapat dibuat dengan berbagai macam metode pencampuran komposisi. Salah satu metodenya adalah dengan komposisi Fusayama, terdiri dari : NaCl (400mg/L), KCl (400mg/L), $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (795mg/L), $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (90mg/L), KSCN (300mg/L), $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (5mg/L) dan urea (1000mg/L).

2.7 Kawat Ortodontik dalam Seduhan

Seduhan merupakan larutan elektrolit yang memungkinkan adanya reaksi antara ion-ion logam pada kawat ortodontik *stainless steel* dengan seduhan Teh Hitam dan seduhan Kopi Arabika sehingga terjadi kerusakan pada kawat ortodontik *stainless steel*. Reaksi pelepasan ion pada logam umumnya terjadi karena adanya reaksi anoda dan reaksi katoda secara bersama-sama. Lokasi dimana terjadi reaksi kehilangan-elektron (oksidasi) disebut anoda, yaitu pelepasan ion elektron ke saliva. Gambaran reaksi menurut Vlack (2004) sebagai berikut :



Sedangkan lokasi dimana terjadi reaksi penerimaan-elektron (reduksi) disebut katoda, dimana permukaan katoda akan mengambil elektron bebas di seduhan yang diproduksi oleh anoda. Gambaran reaksi menurut Vlack (2004) sebagai berikut :



Kedua reaksi tersebut harus terjadi secara serempak jika korosi akan berlangsung. Tidak satupun bisa berlangsung sendiri-sendiri. Tidak ada tanda yang jelas yang bisa menandai kapan mulai lepasnya ion-ion logam, tetapi bila proses berkurangnya pewarnaan pada permukaan logam yang tidak dihambat maka akan terjadi pelepasan ion-ion logam.

2.8 Efek Biologis dari Nikel

Paparan Ni bisa terjadi melalui inhalasi, oral, dan kontak kulit. Paparan akut Ni melalui inhalasi bisa mengakibatkan kerusakan berat pada paru-paru dan ginjal serta gangguan gastrointestinal berupa mual, muntah, dan diare. Berdasarkan uji toksisitas, senyawa larut seperti nikel asetat lebih toksik dibanding dengan senyawa Ni yang tidak larut. Paparan Ni lewat kulit secara kronis bisa menimbulkan gejala, antara lain

dermatitis nikel berupa kulit kemerahan pada jari-jari tangan serta tangan. Paparan inhalasi nikel oksida, nikel subsulfida, nikel sulfat heptahidrat dapat mengakibatkan munculnya gangguan paru-paru (Widowati, 2008).

Paparan yang paling signifikan terhadap nikel pada manusia terjadi melalui makanan, air dan udara yaitu 0,2 sampai 0,3 ppm/day, 0,005 sampai 0,02 ppm/day dan 0,0008 ppm/day. Ni juga diperlihatkan menghambat kemotaksis pada konsentrasi 2,5 sampai 50 ppm/day. Banyak penelitian juga telah menyatakan bahwa Ni dalam konsentrasi nontoksik merangsang kerusakan basis DNA. Kerusakan basis DNA akibat Ni juga dapat timbul secara tidak langsung melalui penghambatan enzim, seperti 8-oxo-2'-deoxyguanosine dan 5'-triphosphate pyrophosphatase, yang mengembalikan perpecahan DNA. Pada konsentrasi nontoksik, Ni mendorong mutasi mikrosatelit, menghambat perbaikan eksisi nukleotida dan meningkatkan metilasi genom total. Pengaruh ketidakstabilan genetik telah disebutkan sebagai dasar aksi karsinogenik dari Ni (WHO, 2000; Graber *et al.*, 2004).

Tingginya kadar Ni dalam jaringan tubuh manusia bisa mengakibatkan munculnya berbagai efek samping, yaitu akumulasi Ni pada kelenjar pituitari yang bisa mengakibatkan depresi sehingga mengurangi sekresi hormon prolaktin di bawah normal. Akumulasi Ni pada pankreas dapat menghambat sekresi hormon imunitas (Widowati, 2008).

2.9 Alat Uji

2.9.1 Uji Komposisi Unsur (XRF)

Uji ini dilakukan dengan menggunakan alat *X-Ray Fluorescence* (XRF) tipe μ EDX-1300. Uji XRF bertujuan menentukan jenis dan presentase komponen unsur-unsur penyusunan kawat ortodontik sebelum direndam dalam saliva buatan, dan seduhan Teh Hitam maupun seduhan Kopi Arabika. XRF merupakan teknik analisa non-destruktif yang digunakan untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen yang ada pada sampel padat, bubuk ataupun cair. Secara umum, XRF spektrometer,

mengukur panjang gelombang komponen material secara individu, dari emisi fluoresensi yang dihasilkan sampel saat diradiasi dengan sinar-x (Bertin, 1975).

2.9.2 *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)*

Metode analisis menggunakan spektrometer serapan atom (*atomic absorption spectrophotometry*, AAS) merupakan metode yang populer untuk analisa logam karena disamping relatif sederhana, metode ini juga selektif dan sangat sensitif. Oleh karena itu AAS menjadi metode analisis yang sering digunakan untuk pengukuran sampel logam dengan kadar yang sangat kecil (Broekaert, 2002).

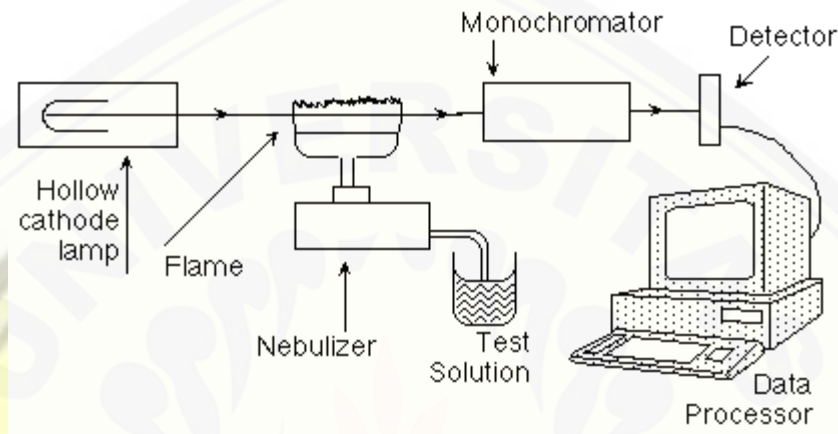
Spektrometer serapan atom digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah sedikit. Cara analisis ini memberikan kadar total unsur logam dalam suatu sampel dan tidak tergantung pada bentuk molekul dari logam dalam sampel tersebut. AAS didasarkan pada penyerapan energi sinar oleh atom-atom netral, dan sinar yang diserap biasanya sinar tampak atau ultraviolet (Rohman, 2007).

2.9.3 Prinsip Kerja *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)*

Atomic absorption spectrophotometry adalah metode analisis dengan prinsip dimana sampel yang berbentuk liquid diubah menjadi bentuk aerosol atau nebulae lalu bersama campuran gas bahan bakar masuk ke dalam nyala, disini unsur yang dianalisa tadi menjadi atom-atom dalam keadaan dasar (*ground state*). Lalu sinar yang berasal dari lampu katoda dengan panjang gelombang yang sesuai dengan unsur yang uji, akan dilewatkan kepada atom dalam nyala api sehingga elektron pada kulit terluar dari atom naik ke tingkat energi yang lebih tinggi atau tereksitasi. Panjang gelombang yang digunakan untuk ion Ni sebesar 231,147 nm. Penyerapan yang terjadi berbanding lurus dengan banyaknya atom *ground state* yang berada dalam nyala. Sinar yang tidak diserap oleh atom akan diteruskan dan dipancarkan pada detektor, kemudian diubah menjadi sinyal yang terukur (Rohman, 2007).

2.9.4 Instrumentarium *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)

Terdapat lima komponen utama dalam instrumen spektrofotometer serapan atom, yaitu : sumber cahaya, sistem atomisasi, monokromator, detektor, dan alat pembaca (Perkin-Elmer Corporation, 1996).



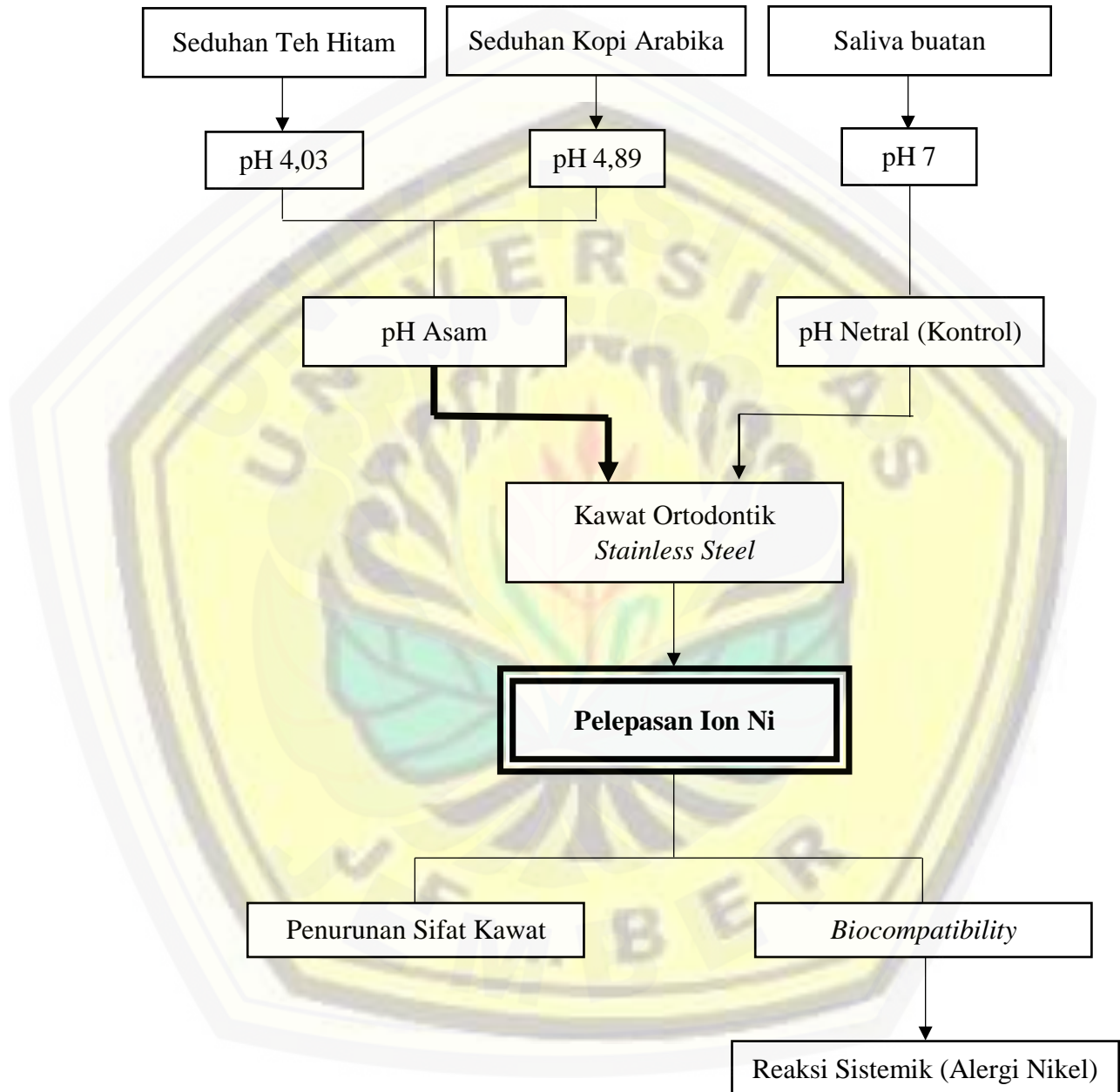
Gambar 2.5 Instrumentarium *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)

(Sumber : Perkin-Elmer Corporation, 1996).


2.10 Hipotesis


Hipotesis dari penelitian ini adalah pelepasan ion Ni pada kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam seduhan Teh Hitam lebih besar dibandingkan kawat ortodontik *stainless steel* yang Kopi Arabika.

2.11 Kerangka Konsep Penelitian



Keterangan :

1. Efek perlakuan : 

2. Yang diteliti : 

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental laboratoris. Jenis ini lebih terkendali pada sampel maupun perlakuan, terukur dan pengaruh perlakuan lebih dapat dipercaya (Notoadmodjo, 2010).

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan metode *The post-test only control group design*, yaitu suatu metode dengan cara melakukan pengamatan atau pengukuran setelah perlakuan dan hasilnya dibandingkan dengan kontrol (Notoadmodjo, 2010).

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

3.3.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di :

1. Laboratorium Mikro Biologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
2. Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang.
3. Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya.

3.3.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November dan Desember 2016.

3.4 Sampel Penelitian

3.4.1 Besar Sampel Penelitian

Besar sampel penelitian didapat dengan perhitungan rumus dari Daniel (2005), yaitu berjumlah 4 sampel untuk setiap kelompok. Pada penelitian ini terdapat 3 kelompok yaitu 1 kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan, sehingga jumlah sampel secara keseluruhan berjumlah 12 sampel (Lampiran A).

3.4.2 Pengelompokan Sampel Penelitian

Sampel penelitian dikelompokkan menjadi 3 kelompok yang terdiri dari 1 kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan. Penjelasan masing-masing kelompok sebagai berikut :

- a. Kelompok Kontrol : Kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dengan saliva buatan.
- b. Kelompok Perlakuan :
 - 1) Kawat ortodontik *stainless steel* direndam dengan saliva buatan yang ditambah dengan seduhan Teh Hitam.
 - 2) Kawat ortodontik *stainless steel* direndam dengan saliva buatan yang ditambah dengan seduhan Kopi Arabika.

3.5 Variabel Penelitian

3.5.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah larutan rendaman seduhan Teh Hitam dan seduhan Kopi Arabika.

3.5.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jumlah ion Ni yang terlepas pada kawat Ortodontik *stainless steel*.

3.5.3 Variabel Terkendali

Variabel terkendali dalam penelitian ini antara lain :

- 1) Kawat Ortodontik *stainless steel* dengan ukuran 0,016 inchi dan panjang 11,6 cm berbentuk *round*.
- 2) Seduhan Teh Hitam dengan pH 3,2.
- 3) Seduhan Kopi Arabika dengan pH 3,1.
- 4) Saliva buatan dengan pH 7.
- 5) Suhu inkubator 37⁰C.

3.6 Definisi Oprasional

3.6.1 Kawat Ortodontik *stainless steel*

Kawat Ortodontik *stainless steel* merupakan komponen dalam perawatan ortodontik yang berupa kawat dan terbuat dari bahan kawat Ni, Cr, C dan Fe dengan ukuran diameter 0,016 inchi dengan panjang 11,6 cm dan berat 0,1094 g yang berbentuk *round* dengan nama dagang American Orthodontics (Al-Joboury, 2001 dan O'Brien, 2002).

3.6.2 Saliva Buatan

Saliva buatan yaitu cairan tubuh buatan yang memiliki konsentrasi ion hampir sama dengan plasma darah manusia. Saliva buatan disiapkan di laboratorium sesuai prosedur yang dikembangkan dengan resep Fusayama.

3.6.3 Seduhan Teh Hitam

Seduhan Teh Hitam merupakan hasil seduhan dari daun Teh Hitam kering 4 gr yang diseduh dengan air mendidih 100⁰C 180 ml sesuai petunjuk penyeduhan pada kemasan. Kemudian didiamkan hingga suhu menjadi 37⁰C dan dipisahkan antara seduhan dan ampas. Teh Hitam ini mempunyai pH 3,2. Teh Hitam yang digunakan pada penelitian ini berupa daun Teh Hitam instan yang diperoleh

dari lereng Pegunungan Kawi dengan nama dagang “Rolas Premium Black Tea”. Teh Hitam yang diproduksi oleh Rolas Nusantara Mandiri terdiri dari daun Teh berkualitas tinggi dengan nomor Dep. Kes. P-IRT NO. 310350501131.

3.6.4 Seduhan Kopi Arabika

Seduhan Kopi Arabika merupakan hasil seduhan dari bubuk arabika 6 gr yang diseduh dengan air mendidih 100⁰ C 180 ml sesuai petunjuk penyeduhan pada kemasan. Kemudian didiamkan hingga suhu menjadi 37⁰C dan dipisahkan antara seduhan dan ampas. Kopi Arabika ini mempunyai pH 3,1. Kopi Arabika yang digunakan pada penelitian ini berupa bubuk Kopi Arabika instan yang diperoleh dari perkebunan Kopi di Jawa Timur dengan nama dagang “Arabika Java Singa Coffee”. Kopi Arabika yang diproduksi oleh PT Puji Surya Indah terdiri dari 100% biji Kopi pilihan dengan nomor BPOM RI MD 268713008039.

3.6.5 Pelepasan ion Ni

Pelepasan ion Ni adalah jumlah ion Ni yang hilang pada hasil rendaman dalam saliva buatan, saliva buatan yang ditambah dengan seduhan Teh Hitam dan saliva buatan yang direndam dengan seduhan Kopi Arabika yang diukur dengan alat *Atomic Absorbtion Spectometry*.

3.7 Alat dan Bahan Penelitian

3.7.1 Alat Penelitian

Alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- 1) Penggaris.
- 2) Tang Potong.
- 3) Kompor Gas.

- 4) Teko.
- 5) Inkubator.
- 6) Corong Gelas (Yenako).
- 7) Kaca Pengaduk.
- 8) Kertas saring (Whatman).
- 9) Gelas ukur 10 ml (Pyrex, Indonesia).
- 10) Gelas kimia 100 ml dan 250 ml (Pyrex, Indonesia).
- 11) Termometer raksa $^{\circ}\text{C}$.
- 12) Timbangan (Ohaus, China).
- 13) Timbangan Analitik (Ohaus, China).
- 14) pH meter digital (Hanna *Instruments*).
- 15) Petridish tidak bersekat (Pyrex, Indonesia).
- 16) XRF/*x-ray fluorescence* (MiniPal 4 PANalytical).
- 17) AAS/*atomic absorption spectrometry* (ZEEnit 700 Analitik Jena, Jerman).

3.7.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

- 1) Kawat Ortodontik *stainless steel* berbentuk *round* ukuran diameter 0,016 inchi (American Orthodontics, Amerika Utara).
- 2) Saliva buatan (pH 7).
- 3) Seduhan Teh Hitam (Rolas Premium Black Tea, Ken Tea, pH 3,2).
- 4) Seduhan Kopi Arabika (Arabika Java, Singa Coffe, pH 3,1).

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Persiapan Spesimen

Spesimen pada penelitian ini adalah kawat Ortodontik *stainless steel* berbentuk *round* dengan ukuran diameter 0,016 inchi dengan panjang 11,6 cm. Panjang kawat mengacu pada panjang rata-rata pengguna kawat pada perawatan Ortodontik dari ujung

kawat satu ke ujung lainnya sebesar 11,6 cm kemudian kawat ditimbang beratnya menggunakan timbangan analitik (Al-Joboury, 2001 dan O'Brien, 2002).

3.8.2 Uji Kemurnian Sampel

Terlebih dahulu dilakukan uji bahan pada sampel dengan alat XRF untuk menentukan sampel adalah tipe *stainless steel*. Langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Sampel dipotong-potong dengan ukuran ± 2 cm.
- 2) Kemudian sampel dimasukkan dalam wadah khusus dari alat XRF yaitu *holder*.
- 3) Selanjutnya dilakukan pembacaan sampel dan hasil dilihat pada monitor alat. Hasil uji kemurnian sampel terdapat pada lampiran.

3.8.3 Persiapan Larutan

Larutan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

- 1) Saliva buatan 20 ml tiap sampel pada kelompok kontrol, dan 10 ml tiap sampel pada kelompok perlakuan.
- 2) Seduhan Teh Hitam 10 ml tiap sampel pada kelompok perlakuan. Seduhan Teh Hitam merupakan hasil seduhan dari daun Teh Hitam kering yang diseduh dengan air mendidih 100⁰C. Kemudian didiamkan hingga suhu menjadi 37⁰C dan dipisahkan antara seduhan dan ampas.
- 3) Seduhan Kopi Arabika 10 ml tiap sampel pada kelompok perlakuan. Seduhan Teh Hitam merupakan hasil seduhan dari daun Teh Hitam kering yang diseduh dengan air mendidih 100⁰C. Kemudian didiamkan hingga suhu menjadi 37⁰C dan dipisahkan antara seduhan dan ampas.

3.8.4 Perendaman Sampel

Pada penelitian ini sampel direndam selama 10,5 jam dalam inkubator dengan temperatur dalam rongga mulut yaitu 37⁰C (Lampiran B).

3.8.5 Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan sampel sejumlah 12 sesuai dengan perhitungan.
- 2) Menyiapkan 3 larutan perendaman yang sudah ditentukan kemudian diukur tingkat keasaman dengan pH meter.
- 3) Menyiapkan 12 petridish sesuai dengan sampel.
 - a) Petridish I-IV diberi label sebagai kelompok kontrol 1-4 yang ditambah dengan saliva buatan sebanyak 20 ml. Kemudian sampel direndam dalam saliva buatan selama 10,5 jam.
 - b) Petridish V-VIII diberi label sebagai kelompok perlakuan 5-8 yang ditambah dengan saliva buatan sebanyak 10 ml dan seduhan Teh Hitam sebanyak 10 ml. Kemudian sampel direndam dalam saliva buatan dan seduhan Teh Hitam selama 10,5 jam.
 - c) Petridish IX-XII diberi label sebagai kelompok perlakuan 9-12 yang ditambah dengan saliva buatan sebanyak 10 ml dan seduhan Kopi Arabika sebanyak 10 ml. Kemudian sampel direndam dalam saliva buatan dan seduhan Kopi Arabika selama 10,5 jam.
- 4) Sampel kemudian dimasukkan kedalam inkubator dengan suhu 37⁰C.

3.8.6 Pengujian Analisa Pelepasan ion Ni

Setelah sampel direndam dalam larutan uji selama 10,5 jam kemudian sampel diambil dan larutan uji dihitung jumlah ion Ni yang terlepas dari sampel. Berikut tahapan uji analisa pelepasan ion Ni pada larutan :

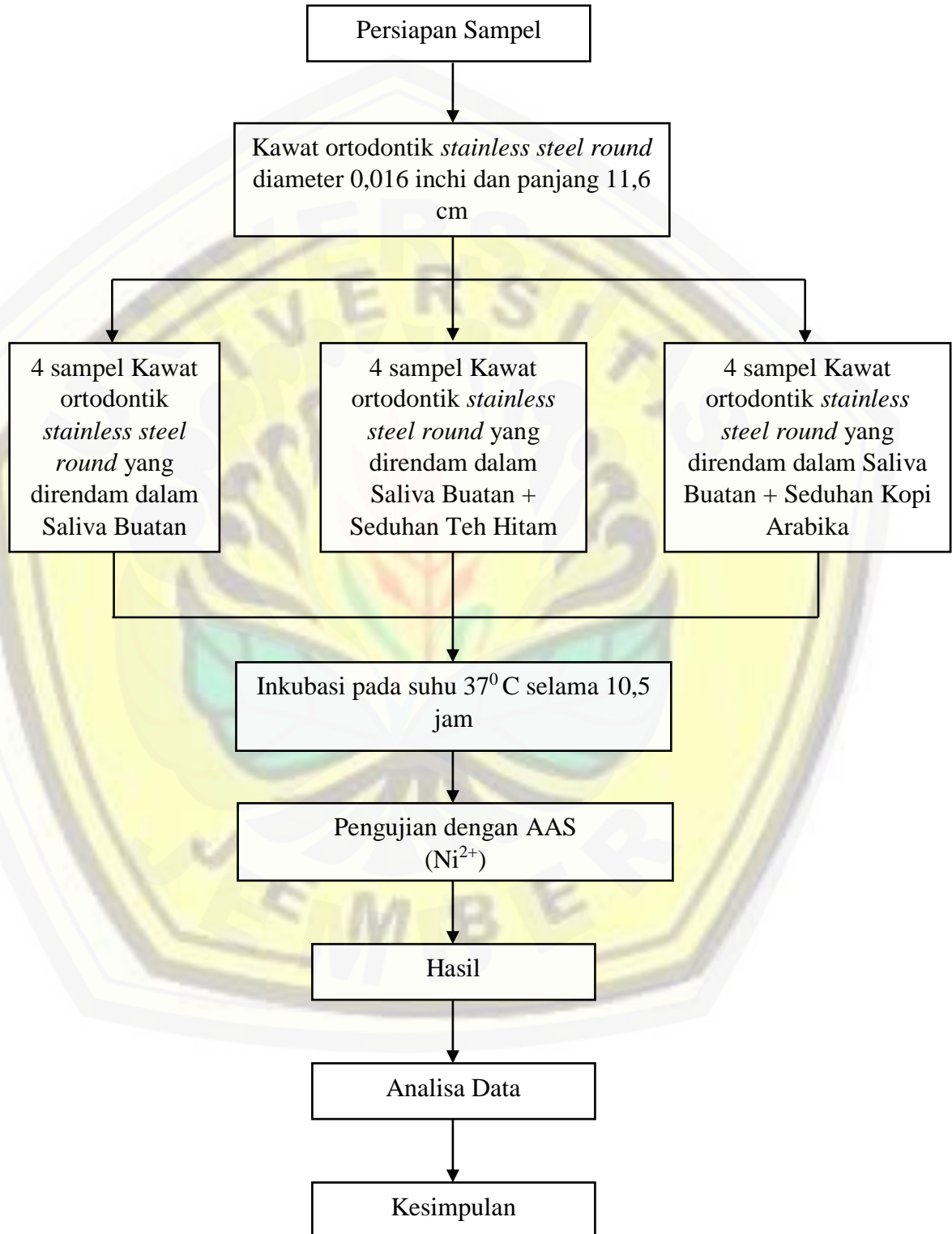
- 1) Mempersiapkan mesin AAS sebelum melakukan pengujian.

- 2) Mengambil sampel yang telah direndam sebelumnya dari penelitian larutan perendaman.
- 3) Larutan hasil perendaman ditempatkan pada bagian tabung uji sampel yang ada pada alat AAS.
- 4) Memulai pengujian dengan pengoperasian alat melalui komputer yang telah terkoneksi dengan alat AAS.
- 5) Larutan uji hasil perendaman terlebih dahulu secara otomatis akan dijernihkan oleh alat AAS dengan pengenceran agar memudahkan deteksi dari ion Ni.
- 6) Melakukan perhitungan kadar ion Ni dalam larutan uji menggunakan alat AAS.
- 7) Data hasil penghitungan jumlah ion Ni akan keluar pada komputer setelah AAS membaca kadar Nikel pada larutan yang diuji.
- 8) Melakukan pengumpulan dan tabulasi data hasil perhitungan dengan alat AAS.

3.9 Analisis Data

Pengujian normalitas data hasil penelitian dilakukan dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* dan untuk homogenitas data dengan *Levene Test*. Apabila hasil pengujian data berdistribusi normal dan homogen ($p > 0,05$), maka pengujian dilanjutkan dengan uji statistik parametrik *One Way ANOVA* dengan tingkat kepercayaan 95%. Jika hasil pengujian data tidak berdistribusi normal dan tidak homogen ($p < 0,05$), maka pengujian dilanjutkan dengan uji statistik non parametrik *Kruskal Wallis*.

3.10 Alur Penelitian



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini sebagai berikut :

- 5.1.1 Terdapat pelepasan ion Ni dari kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam saliva buatan, saliva buatan ditambah dengan seduhan Teh Hitam dan saliva buatan yang direndam saliva buatan ditambah dengan seduhan Kopi Arabika.
- 5.1.2 Pelepasan ion Ni dari kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam saliva buatan ditambah dengan seduhan Teh Hitam lebih tinggi dibandingkan dengan direndam dalam saliva buatan dan direndam dalam saliva buatan yang direndam saliva buatan ditambah dengan seduhan Kopi Arabika.
- 5.1.3 Teh Hitam mengandung asam-asam organik yang merupakan hasil dari fermentasi yang membuat Teh Hitam menjadi asam.
- 5.1.4 Kopi Arabika mempunyai kandungan tanin dan kafein yang mampu menurunkan laju pelepasan ion logam.

5.2 Saran

Saran dari hasil penelitian ini sebagai berikut :

- 5.2.1 Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui jumlah pelepasan ion logam lainnya pada kawat ortodontik *stainless steel*.
- 5.2.2 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui gambaran permukaan dan sifat kawat dari kawat ortodontik *stainless steel* setelah ion Ni terlepas.
- 5.2.3 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut jumlah pelepasan ion Ni pada kawat ortodontik *stainless steel* pada jangka waktu yang berbeda.

- 5.2.4 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektifitas seduhan Kopi Arabika dalam menurunkan jumlah pelepasan ion Ni pada kawat ortodontik *stainless steel*.
- 5.2.5 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kandungan unsur logam pada kawat *stainless steel* setelah diberikan perlakuan.
- 5.2.6 Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan kemurnian larutan pada seduhan Teh Hitam, seduhan Kopi Arabika, saliva buatan, saliva buatan yang ditambah dengan seduhan Teh Hitam dan saliva buatan yang ditambah dengan seduhan Kopi Arabika.
- 5.2.7 Pada pasien yang memakai kawat ortodontik *stainless steel* perlu diperhatikan jumlah dan frekuensi dalam mengkonsumsi seduhan Teh Hitam, minuman lain atau makanan yang dapat menimbulkan suasana asam dalam rongga mulut karena dapat mempercepat proses korosi pada komponen logam dalam rongga mulut.
- 5.2.8 Pada pasien yang memakai kawat ortodontik *stainless steel* dan sering mengkonsumsi minuman atau makanan yang asam dalam frekuensi dan jumlah yang banyak perlu diinstruksikan untuk menyegerakan membersihkan rongga mulutnya agar tidak terjadi kerusakan pada komponen logam dalam rongga mulut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksi Agraris Kanisius. 1984. *Budidaya Tanaman Kopi*. Yogyakarta: Yayasan Kanisius.
- AAO. 2008. *Clinical practice guidelines for orthodontics and dentofacial orthopedics*. American Association of Orthodontist.
- Anusavice, K.J. 2004. Phillips. *Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*. Ed 10. Alih bahasa oleh Johan Arief Budiman dan Susi Purwoko. Jakarta: EGC.
- Alawiyah, T., dan Sianita, P.P. 2013. *Retensi Dalam Perawatan Ortodonti*. Jakarta. JITEKGI, 9 (2) : 2935.
- Al-Joboury, H.M. 2001. *The corrosion behaviour and the biological effect of fixed orthodontic appliance in artificial saliva solution*. A master thesis, Orthodontic department, College University. University of Baghdad.
- Bahri, S. 1996. *Bercocok Tanam Tanaman Perkebunan Tahunan*. Yogyakarta: Gadjahmada University Press.
- Barret, R.D., Bishara, S.E. and Quinn, J.K. 1993. *Biodegradation of nickel and chromium in vitro*. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 103: 8-14.
- Bertin, E.P. 1975. *Principles and Practice of X-Ray Spectrometric Analysis*. New York: Plenum Press.
- Bishara, S.E. 2001. *Textbook of Orthodontics*. United States of America: W B Saunders Company.
- Butt, M. S., Ahmed,A., Sultan, M.T., Imran,A., Yasin, M. and Imran, M. 2011. *Evaluating the effect of decaffeination on nutritional and antioxidant status of different coffee brands*. University of Agriculture. Internet Journal of Food Safety, 13 : 198-207.
- Brantley, W.A. and Eliades, T. 2001. *Orthodontic material: scientific and clinical aspects*. Germany: Stuttgart. 288 : 77-105.

- Briawan, D., Hardinsyah, Marhamah, Zulaikhah dan Aries, M. 2011. Konsumsi Minuman Dan Preferensinya Pada Remaja Di Jakarta Dan Bandung. *Gizi Indon.* 34(1) : 43-51.
- Broekaert, J. A. C. 2002. *Analytical atomic spectrometry with flames and plasmas.* Germany: Wiley-VCH.
- Callister, T.P. 2012. *Fundamental of materials science and engineering: an integrated approach.* Ed 5. New York: John Wiley & Son, Inc. 205-6.
- Ciptadi, W. dan Nasution, M.Z. 1985. *Pengolahan Kopi.* Bogor: Fakultas Teknologi Institut Pertanian Bogor.
- Danang, K.H., 2011. *Pengolahan Teh.* Available from : <http://danang.blogspot.com>.
- Djiman, Soehardjo, dan Hartati, S. 1996. *Teh.* Sumatera Utara: PT. Perkenunan Nusantara IV.
- Ebadi, M., Basirun, W.J., Leng, S.Y. and Mahmoudian, M.R. 2012. *Investigation of Corrosion Inhibition Properties of Caffeine on Nickel by Electrochemical Techniques.* *Int J Electrochem Sci.* 7 : 8052 – 8063.
- Eliades, T., Athanasiou, A.E. 2002. *In Vivo Aging of Orthodontic Alloys: Implications for Corrosion Potential, Nickel Release, and Biocompatibility.* *Angle Orthodontics.* 72(3):222-237
- Ervina, S. 2006. *Interaksi Senyawa Polifenol pada Teh Hitam dengan Protein Saliva.* *J Kedokteran Gigi Mahasaraswati.* 4 : 24-27.
- Faccioni, F., Franceschetti, P., Cerpelloni, M. and Fracasso, M.E. 2003. *In vivo study on metal release from fixed orthodontic appliances and DNA damage in oral mucosa cells.* *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 124(6): 687-94.
- Fatimah, S. 2013. *Perbandingan pelepasan ion nikel antara empat merek braket stainless steel baru dan daur ulang dalam saliva buatan dengan pH 5, 6 dan 7.* Karya Tulis Ilmiah. Yogyakarta: PPDGS Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada. 36-55.
- Flores, L.B. & Naomi, L. 2014. *Evaluation of the pH and titratable acidity of teas commercially available in Brazilian market.* *Rev Gaúcha Odontol., Porto Alegre.* 62(1) : 59-64.

- Gunawan, Bourdo, Shawn, Saini, Vieny, Biris, Alexandru, S. dan Viswanathan. 2011. *Novel Microwave-Assisted Synthesis of Nickel/Carbon (Ni/C) Nanocomposite with Tannin as the Carbon Source*. J Wood Chem Tech. 31: 345-356.
- Graber, T.M., Eliads, T., Athanasiou, A.E. 2004. *Risk Management in Orthodontic*. 97-109.
- Han, H.J., Lee, B.H., Park, C.W., Lee, C.H. and Kang, Y.S. 2005. *A study of nickel Content in Korean Foods*. Korean J Dermatol. 43:593-8.
- Haryono, G., Sugiarto, B., Farid, H. dan Tanoto, Y. 2010. *Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi*. Yogyakarta. ISSN 1693 -4393.
- Hera, K.& Johnson, J.W. *Corrosion of stainless steel, nickel-titanium, coated nickeltitanium, and titanium orthodontic wires*. Angle Orthod. 69(1) : 39-44.
- Huang, Ding, Min, & Kao. 2004. *Metal ion release from new and recycled stainless steel bracket*. European Journal of Orthodontics. 26(2) : 171.
- Huang, H.H., Chiu, Y.H., Lee, T.H., *et al.* 2003. *Ion release from NiTi orthodontic wires in artificial saliva with various acidities*. Biomaterials. 24(92) :3585.
- House, K., Sernetz, F., Dymock, D., Sandy, J.R., and Ireland, A.J. 2008. *Corrosion of Orthodontic appliances-should we care?*. American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedics. 133(4) : 584-592.
- Irwandy, M.I. 2014. *Ilmu Logam*. Bogor: IPB Press.
- Jasman,I.D. and Widiyanto, D. 2012. *Selection of Yeast Strains for Ethanol Fermentation of Glucose-Fructose-Sucrose Mixture*. Journal of Biotechnology . 17(2) ; 114-120.
- Johnsen, R. 2004. *Corrosion of Carbon Steel in Hydrocarbon Environments*. Norway. NTNU Institute of Engineering Design and Material.
- Kuhta, M., Pavlin, D., Slaj, M. and Varga, M.L. 2009. *Type of archwire and level of acidity: effect on the release of metal ions from orthodontic appliances*. Angle Orthod. 79(1): 102-10.
- Kotha, Alla, Shamma, & Ravi. 2014. *An Overview of Orthodontic Wires*. Trends in Biomaterials and Artificial Organs. 28(1) : 32-36.

- Ludiana, Y. dan Handani S. 2012. *Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun The (Camelia SInensis) terhadap Laju Korosi Baja Karbon Schedule 40 Grade B ERW*. ISSN 2302-8491. Jurnal Fis Unand. 1(1).
- McCusker, R.R., Goldberger, B.A., Cone, E.J. 2003. *Caffeine content of specialty coffees*. Journal of Analytical Toxicology. 27:520.
- Mikulewicz, M., Chojnacka, K., Wozniak, B., Downarowicz, P. 2012. *Release of Metal Ions from Orthodontic Appliances : An In Vitro Study*. Biol Trace Elem Res. 146: 272-280.
- Najiyati, S. dan Danarti. 1997. *Kopi Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nazari, H., Allahkaram, S.R. and Kermani, M.B. 2010. *The Effects of temperature and pH on the characteristics of corrosion product in CO² corrosion of grade X70 Steel*. University of Tehran. Iran.
- Notoadmodjo, S. 2010. *Metedologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- O'Brien, W.J. 2002. *Dental Materials and Their Selection*. Ed 3. Canada: Quintessence Publishing.
- Oh, K.T., Kim, K.N. 2005. *Ion release and cytotoxicity of stainless steel wires*. Eur J Orthod. 27(6): 533-40.
- Petrov, V.G., Terzeiva, S.D., Lazaarova, Tz.I., Mikli, V., Andreeva, L.A., Stoyanovalvanova, A.K. 2013. *Corrosive charges and chemical composition of the orthodontic archwires surface during treatment*. Bulgaria. Bulgaria Chemical Communications. 45(4) : 455-460.
- Phillips, R.W. 2003. *Skinner's science of dental materials*. Ed 11. Philadelphia, London, Toronto: WB Saunders Company.
- Phulari, B.S. 2011. *Orthodontics Principles and Practice*. India : Jaypee Brothers Medical Publisher
- Rahardjo, P. 2012. *Ortodonti Dasar*. Ed 2. Surabaya: Airlangga University Press.
- Rahardjo, P. 2012. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Rohdiana, D. 2015. *Teh: Proses, Karakteristik & Komponen Fungsionalnya*. https://www.researchgate.net/publication/286460235_Teh_Proses_Karakteristik_Komponen_Fungsionalnya.
- Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Schmaltz, G. and Arenholt-Bindslev, D. 2009. *Biocompatibility of dental materials*. Berlin: Springer-Verlag. 5 : 224.
- Schiff, N., Dalard, F., Lissac, M., Morgon, L. and Grosogeat, B. 2005. *Corrosion resistance of three orthodontic brackets: a comparative study of three flouride mouthwashes*. Eur J Orthod. 27:541-9.
- Sulandjari, H. 2008. *Buku Ajar Ortodonsia I KGO I*. <http://cendrawasih.a.f.staff.ugm.ac.id/wp-content/buku-ajar-orto-i-th-2008.pdf>.
- Sulistioso, G.S., Purwanto, S. Deswita dan Handayani, A. 2013. *Pengaruh Inhibitor Kafeina Pada Laju Korosi Dan Struktur Mikro Baja Karbon KS01 Dan AISI 1045 Dalam Media Air Laut*. Batan. Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN).
- Soraya, N. 2007. *Sehat dan Cantik Berkat Teh Hijau*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Tanzer, J.M. 1995. *Xylitol Chewing Gum and Dental Caries*. *Int Dent J*. 45(1):65-67.
- Towaha, B.J. 2013. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2014/01/perkebunan_warta-vol19No3-2013-4.pdf.
- Turkun, M. 2003. *Color Changes of Three Veneering Composite Resin After Staining, Bleaching and Polishing Procedure*. Department of Restorative Dentistry and Endodontics, Ege University Turkey.
- Utomo, B. 2009. *Jenis Korosi Dan Penanggulangannya*. Semarang: Program Diploma III Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.
- Vlack, L.H.V. 2004. *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. Ed 6. Alih bahasa oleh Sriati Djaprie. Jakarta; Penerbit Erlangga.
- Widowati, W. 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

World Health Organization. 2000. *Air Quality Guidelines*. Ed 2. Denmark; Copenhagen.



LAMPIRAN

A. Perhitungan Jumlah Sampel Penelitian

Rumus yang digunakan untuk menentukan besar sampel minimal dalam penelitian adalah :

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{\alpha^2}$$

Keterangan :

n = besar sampel minimum.

Z = nilai Z pada tingkat kesalahan tertentu (α); jika $\alpha = 0,05$, maka nilai Z adalah $Z = 1,96$ (2-tailed) dan $Z = 1,64$ (1-tailed).

σ = standart deviasi (SD) penelitian sejenis.

α = kesalahan yang masih ditoleransi.

(Daniel, 2005)

Pada rumus besar sampel minimum nilai σ diasumsikan sama dengan α ($\sigma = \alpha$, $\sigma^2 = \alpha^2$), oleh karena untuk nilai α^2 sangat jarang diketahui sehingga sering kali menggunakan dugaan untuk mendapatkan nilai α^2 (Steel, 1995). Dengan demikian didapatkan penghitungan jumlah sampel :

$$n = \frac{(1,96)^2 \sigma^2}{\alpha^2}$$

$$n = (1,96)^2$$

$$n = 3,48 \approx 4$$

Berdasarkan perhitungan rumus di atas, besar sampel minimal yang digunakan sebanyak 4 sampel untuk setiap kelompok. Pada penelitian ini terdapat 3 kelompok yaitu 1 kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan, sehingga jumlah sampel secara keseluruhan berjumlah 12 sampel.

B. Pengkonversian Waktu Perendaman Sampel

Pada penelitian yang dilakukan oleh Turkun (2003) bahwa diasumsikan orang meminum seduhan teh dan kopi membutuhkan waktu sekitar 15 menit. Maka waktu perendaman selama 1 hari setara dengan :

$$\frac{(1 \times 24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit})}{15 \text{ menit}} = 96 \text{ hari}$$

Sehingga untuk perendaman masing-masing sampel untuk penggantian kawat ortodonti selama 6 minggu atau 42 hari (Petrov *et al.*, 2013) setara dengan :

$$\begin{array}{r} 24 \text{ jam} \\ \hline x \text{ jam} \end{array} = \begin{array}{r} 96 \text{ hari} \\ \hline 42 \text{ hari} \end{array}$$
$$x = 10,5 \text{ jam}$$

Berdasarkan penghitungan waktu tersebut perendaman sampel dilakukan selama 10,5 jam dalam inkubator dengan temperatur dalam rongga mulut yaitu 37⁰C.

C. Bahan Penelitian



Kawat Ortodontik *Stainless Steel*



Saliva Buatan

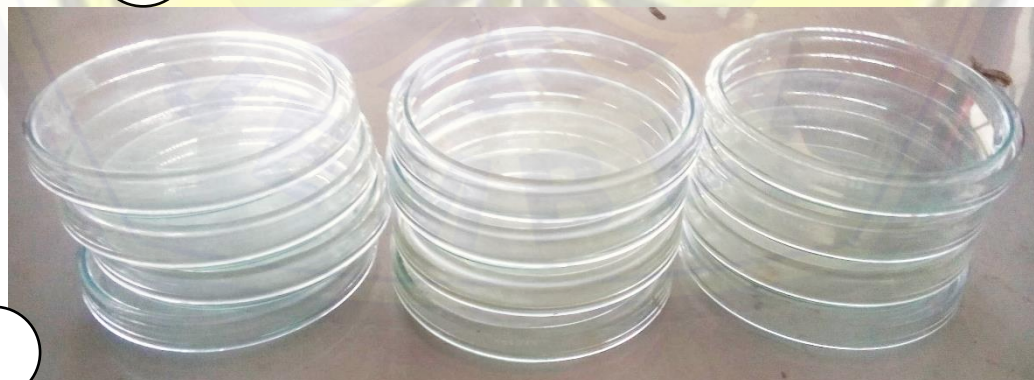


Teh Hitam



Kopi Arabika

D. Alat Penelitian



Keterangan :

- a. *X-ray Flourensence*
- b. *Atomic Absorbtion Spectometry*
- c. Petridisk Tidak Bersekat



Keterangan :

- d. Gelas Ukur
- e. Kaca Pengaduk
- f. Termometer Raksa
- g. pH Meter Digital
- h. Penggaris

- i. Kertas Saring
- j. Tang Potong
- k. Corong Gelas
- l. Timbangan Analitik
- m. Kompor Gas



- Keterangan :
- n. Timbangan
 - o. Inkubator
 - p. Gelas Kimia
 - q. Teko



E. Uji Kemurnian Sampel

Untuk menguji kandungan unsur dalam kawat ortodontik *stainless steel* menggunakan alat XRF yang hasilnya dapat dilihat dibawah ini :

04-Nov-2016 08:44:37

Sample results - Averages

Page 1

Sample ident	
Kawat stainless steel	

Application	<Standardless>
Sequence	Average of 3
Measurement period - start	04-Nov-2016 07:59:05
Measurement period - end	04-Nov-2016 08:39:50
Position	1

Compound	P	Ca	V	Cr	Mn	Fe
Conc	0.80 +/- 0.02	0.65 +/- 0.03	0.071 +/- 0.006	17.1 +/- 0.07	1.6 +/- 0.1	67.4 +/- 0.09
Unit	%	%	%	%	%	%

Compound	Ni	Cu	Zn	Re	La	Os
Conc	11.3 +/- 0.097	0.64 +/- 0.01	0.07 +/- 0.002	0.3 +/- 0.06	0.05 +/- 0.02	0.1 +/- 0.02
Unit	%	%	%	%	%	%

Data hasil pengujian sampel dengan XRF

Tabulasi hasil pengukuran konsentrasi awal kandungan dalam kawat ortodontik *stainless steel*.

No.	Unsur	Jumlah Unsur
1.	P	0,80±0,02%
2.	Ca	0,65±0,03%
3.	V	0,071±0,006%
4.	Cr	17,1±0,07%
5.	Mn	1,6±0,1%
6.	Fe	67,4±0,09%
7.	Ni	11,3±0,097%
8.	Cu	0,64±0,01%
9.	Zn	0,07±0,002%
10.	Re	0,3±0,06%
11.	La	0,05±0,02%
12.	Os	0,1±0,02%

Dari tabel dapat diketahui bahwa sampel pada penelitian mengandung Fe sebanyak $67,4 \pm 0,09\%$; Cr sebanyak $17,1 \pm 0,07\%$ dan Ni sebanyak $11,3 \pm 0,097\%$ yang berarti *stainless steel* yang digunakan termasuk dalam tipe *austenitic*. Dari data tersebut dapat diketahui Fe mempunyai konsentrasi terbesar dalam kawat ortodontik *stainless steel*.



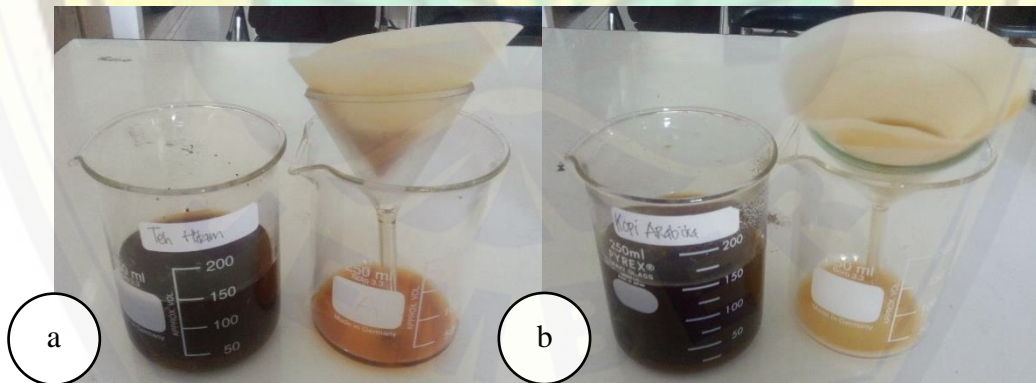
F. Pelaksanaan Penelitian



Pemotongan sampel sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.

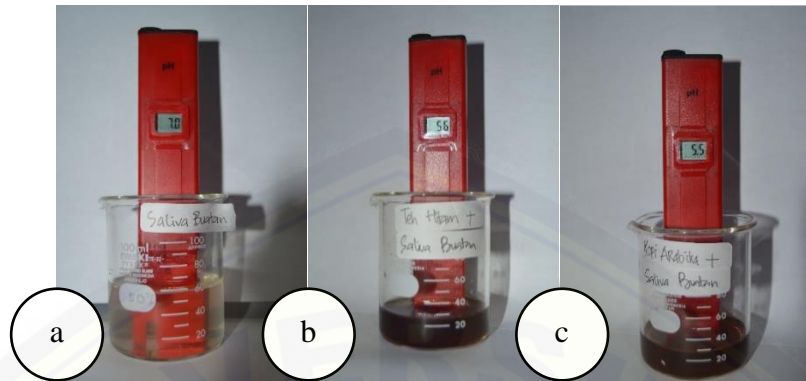


Penimbangan berat sample.



Pemisahan ampas dengan seduhan

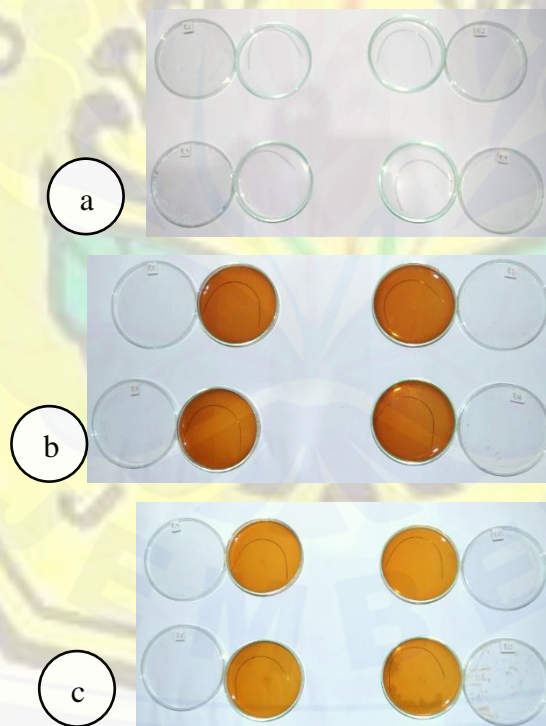
- Keterangan :
- a. Seduhan Teh Hitam.
 - b. Seduhan Kopi Arabika.



Pengujian pH masing-masing larutan dengan menggunakan pH meter digital

Keterangan :

- pH saliva buatan.
- pH saliva buatan yang ditambah dengan seduhan Teh Hitam.
- pH saliva buatan yang ditambah dengan seduhan Kopi Arabika.



Perendaman sampel kawat pada masing-masing larutan uji

Keterangan :

- Rendaman saliva buatan.
- Rendaman saliva buatan yang ditambah dengan seduhan Teh Hitam.
- Rendaman saliva buatan yang ditambah dengan seduhan Kopi Arabika.



Inkubasi sampel pada incubator pada suhu 37⁰C selama 10,5 jam.

a



b



c



Rendaman siap diuji menggunakan AAS.

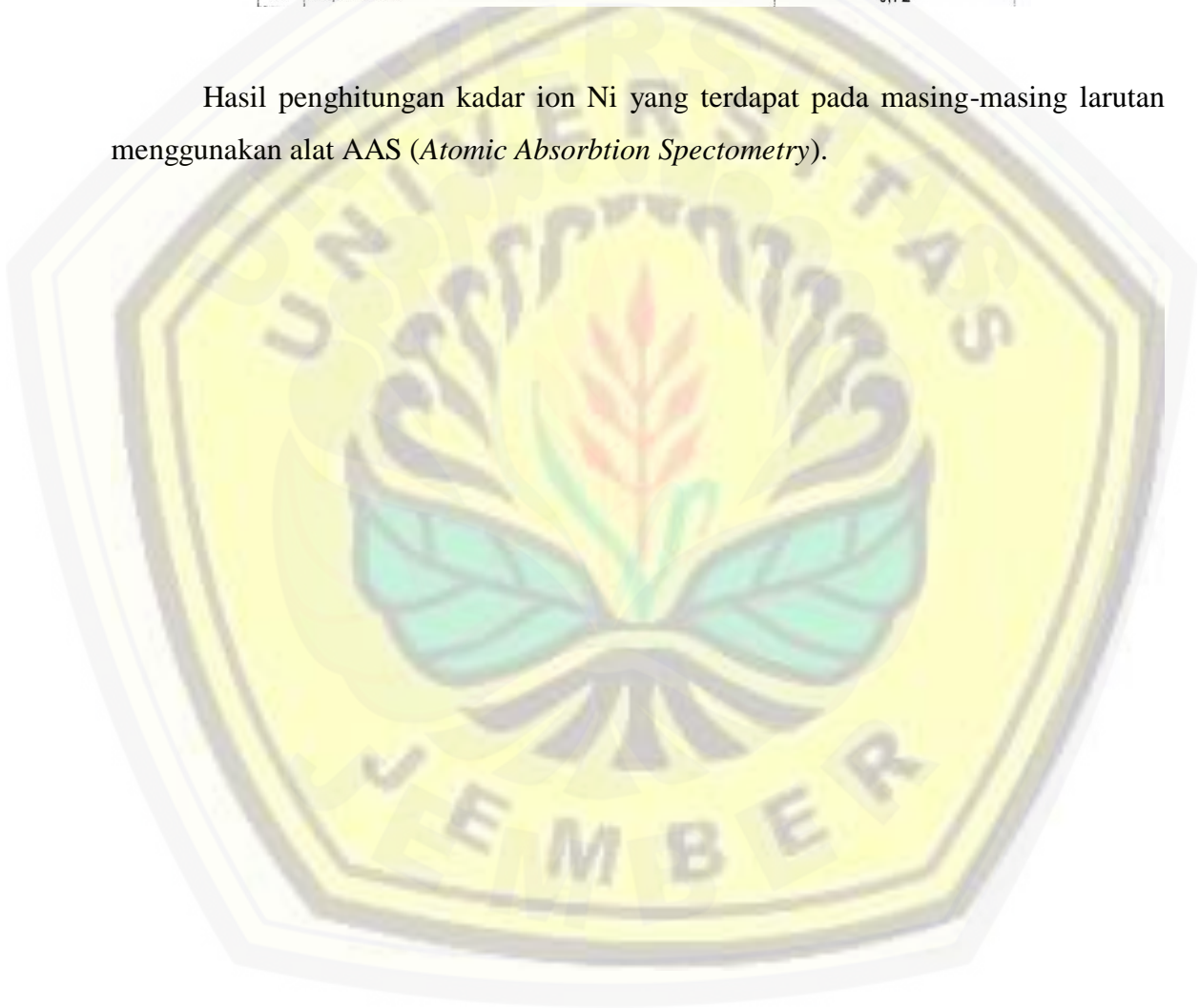
Keterangan :

- a. Rendaman saliva buatan.
- b. Rendaman saliva buatan yang ditambah dengan seduhan Teh Hitam.
- c. Rendaman saliva buatan yang ditambah dengan seduhan Kopi Arabika.

G. Uji Kandungan Ni pada Larutan

No	BAHAN	NIKEL (%)
1.	Larutan Saliva Buatan	8,70
2.	Teh Hitam	3,98
3.	Kopi Arabika	6,72

Hasil penghitungan kadar ion Ni yang terdapat pada masing-masing larutan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorbtion Spectrometry*).



H. Hasil Penelitian

No	BAHAN	NIKEL (%)
1.	Larutan Saliva Buatan K1	18,0
2.	Larutan Saliva Buatan K2	14,48
3.	Larutan Saliva Buatan K3	18,01
4.	Larutan Saliva Buatan K4	21,40
5.	Larutan Saliva Buatan yg ditambah seduhan Teh Hitam P5	18,70
6.	Larutan Saliva Buatan yg ditambah seduhan Teh Hitam P6	24,42
7.	Larutan Saliva Buatan yg ditambah seduhan Teh Hitam P7	32,36
8.	Larutan Saliva Buatan yg ditambah seduhan Teh Hitam P8	37,59
9.	Larutan Saliva Buatan yg ditambah seduhan Kopi Arabika P9	9,78
10.	Larutan Saliva Buatan yg ditambah seduhan Kopi Arabika P10	18,80
11.	Larutan Saliva Buatan yg ditambah seduhan Kopi Arabika P11	11,59
12.	Larutan Saliva Buatan yg ditambah seduhan Kopi Arabika P12	9,57

Hasil penghitungan kadar ion Ni yang terlepas pada masing-masing larutan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorbtion Spectometry*).

I. Penghitungan Berat Logam Ni

Hasil dari penimbangan analitik 0,1094 g dari kawat ortodontik *stainless steel* sepanjang 11,6 cm didapatkan hasil uji kandungan unsur logam Ni pada lampiran E yaitu sebesar $11,3 \pm 0,097\%$. Berikut merupakan penghitungan berat logam Ni pada kawat ortodontik *stainless steel* sepanjang 11,6 cm.

$$\frac{11,3}{100} \times 0,1094 = 0,0123622 \text{ g}$$
$$= 12,3622 \text{ mg}$$

Jadi, dalam 11,6 cm kawat ortodontik *stainless steel* terdapat 12,3622 mg.

J. Analisis Data

1. Uji normalitas data menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test Saliva Buatan

		Nilai
N		4
Normal Parameters ^a	Mean	.179725
	Std. Deviation	.0282533
Most Extreme Differences	Absolute	.254
	Positive	.245
	Negative	-.254
Kolmogorov-Smirnov Z		.508
Asymp. Sig. (2-tailed)		.959

a. Test distribution is Normal.

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test Saliva Buatan ditambah
Teh Hitam**

		Nilai
N		4
Normal Parameters ^a	Mean	.282675
	Std. Deviation	.0836656
Most Extreme Differences	Absolute	.188
	Positive	.177
	Negative	-.188
Kolmogorov-Smirnov Z		.375
Asymp. Sig. (2-tailed)		.999

a. Test distribution is Normal.

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test Saliva Buatan ditambah
Kopi Arabika**

		Nilai
N		4
Normal Parameters ^a	Mean	.124350
	Std. Deviation	.0433914
Most Extreme Differences	Absolute	.327
	Positive	.327
	Negative	-.255
Kolmogorov-Smirnov Z		.654
Asymp. Sig. (2-tailed)		.785

a. Test distribution is Normal.

2. Uji homogenitas data menggunakan uji *Levene Test*.

Test of Homogeneity of Variances			
Kadar Pelepasan Ni			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.062	2	9	.055

3. Uji beda menggunakan uji *One Way ANOVA*.

ANOVA					
Kadar Pelepasan Ni					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.052	2	.026	8.002	.010
Within Groups	.029	9	.003		
Total	.081	11			

4. Uji beda lanjutan menggunakan uji *Post Hoc Test LSD*.

Multiple Comparisons

Kadar Pelepasan Ni

LSD

(I) Kelompok perlakuan	(J) Kelompok perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
saliva buatan	Teh Hitam	-.1029500*	.0401684	.031	-.193817	-.012083
	Kopi Arabika	.0553750	.0401684	.201	-.035492	.146242
Teh Hitam	saliva buatan	.1029500*	.0401684	.031	.012083	.193817
	Kopi Arabika	.1583250*	.0401684	.003	.067458	.249192
Kopi Arabika	saliva buatan	-.0553750	.0401684	.201	-.146242	.035492
	Teh Hitam	-.1583250*	.0401684	.003	-.249192	-.067458

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

