



**ANALISIS PELEPASAN ION KOBALT (*COBALT*) DARI LOGAM
CoCr SETELAH DILAKUKAN PERENDAMAN KOPI ROBUSTA**

SKRIPSI

Oleh:

Ardin Tito Febiantama

NIM 161610101073

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER**

2020



**ANALISIS PELEPASAN ION KOBALT (*COBALT*) DARI LOGAM
CoCr SETELAH DILAKUKAN PERENDAMAN KOPI ROBUSTA**

SKRIPSI

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

Oleh:

Ardin Tito Febiantama

NIM 161610101073

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT atas rahmat, rezeki, serta hidayah yang sudah Engkau limpahkan tiada henti;
2. Nabi Muhammad SAW, Engkau suri tauladan, pemberi syafaat, dan pencerah dunia maupun akhirat;
3. Kedua orang tuaku, Bapak Mujianto dan Ibu Wahyu Pangestuti yang tercinta;
4. Adik-adikku, Ananda Hafid Firdausi, Alvian Nova Ramadhani, dan Ashirena Putri yang selalu memberi semangat;
5. Dosen-dosen dan karyawan-karyawan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang membimbing, mendidik, dan memberi motivasi selama saya menempuh pendidikan dokter gigi;
6. Agama, bangsa, dan Negara serta almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

MOTTO

“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kufur...”

(QS. Yusuf/ 12:87)

“Waktu itu bagaikan pedang, jika kamu tidak memanfaatkannya untuk memotong, ia akan memotongmu (menggilasmu)

(H.R Muslim)

“Belajar tanpa berpikir tiada gunanya, tapi berpikir tanpa belajar sangat berbahaya”

(Ir. Soekarno)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ardin Tito Febiantama

NIM : 161610101073

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Pelepasan Ion Kobalt (*Cobalt*) Dari Logam CoCr Setelah Dilakukan Perendaman Kopi Robusta” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan dalam institusi manapun dan bukan karya plagiasi. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

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

Jember, 21 Maret 2020

Yang Menyatakan,

Ardin Tito Febiantama

NIM 161610101073

SKRIPSI

**ANALISIS PELEPASAN ION KOBALT (*COBALT*) DARI LOGAM
CoCr SETELAH DILAKUKAN PERENDAMAN KOPI ROBUSTA**

Oleh:

Ardin Tito Febiantama

NIM 161610101073



Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Dessy Rachmawati, M.Kes, Ph. D

Dosen Pembimbing Pendamping : Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes, Sp. OF

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Analisis Pelepasan Ion Kobalt (*Cobalt*) Dari Logam CoCr Setelah Dilakukan Perendaman Kopi Robusta” telah diuji dan disahkan pada :

hari : Selasa, 28 April 2020

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Penguji Ketua,

Penguji Anggota,

drg. Sri Lestari, M.Kes
NIP. 1966081919660120001

drg. Tantin Ermawati, M.Kes
NIP. 198003222008122003

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

drg. Dessy Rachmawati, M.Kes., Ph. D
NIP. 1976122320050120001

Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes., Sp. OF
NIP. 1968112519990320001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Jember

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

RINGKASAN

Analisis Pelepasan Ion Kobalt (*Cobalt*) Dari Logam CoCr Setelah Dilakukan Perendaman Kopi Robusta; Ardin Tito Febiantama, 161610101073; 2020; 84 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Kehilangan gigi merupakan suatu keadaan lepasnya satu atau lebih gigi dari soketnya. Kehilangan gigi dalam jangka waktu lama yang tidak segera dibuatkannya gigi tiruan dapat menyebabkan gangguan pada gigi yang hilang maupun jaringan sekitarnya. Salah satu bahan yang digunakan untuk pembuatan gigi tiruan adalah logam. Kobalt kromium (CoCr) merupakan salah satu logam yang sering digunakan karena mempunyai sifat modulus elastisitas tinggi, perlekatan geser yang tinggi dan tahan terhadap korosi. Biasanya logam CoCr digunakan sebagai bahan restorasi gigi tiruan cekat.

Selama pemakaian, gigi tiruan selalu berada dalam rongga mulut yang basah. Saliva mengandung komponen organik, anorganik dan pH asam yang dapat memicu perusakan logam. Banyak faktor lain yang mempengaruhi keadaan rongga mulut antara lain perubahan suhu, faktor eksogen seperti tembakau, alkohol, dan jenis minuman yang dikonsumsi. Hal ini menyebabkan logam di dalam rongga mulut berkontak dengan keadaan rongga mulut yang berubah-ubah tersebut dapat menyebabkan peningkatan pelepasan ion logam. Mengonsumsi kopi merupakan salah satu faktor yang diduga dapat meningkatkan pelepasan ion pada logam.

Sebagian orang pemakai gigi tiruan mengonsumsi kopi. Kopi robusta memiliki rentang pH yang asam (pH 5,6-5,7) dan dapat memicu peningkatan pelepasan ion logam. Hal tersebut terjadi karena semakin asam lingkungan rongga mulut, maka konsentrasi ion H^+ (hidrogen) akan meningkat sehingga meningkatkan pelepasan ion logam.

Penelitian dengan merendam *alloy* CoCr di dalam kopi robusta ini merupakan penelitian yang belum pernah dilakukan sebelumnya dan bertujuan untuk mengetahui

adanya pelepasan ion kobalt dan perubahan struktur mikro dari logam CoCr yang direndam dalam kopi robusta. Jenis penelitian adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan *post test only with control group design*. Sampel dibagi menjadi 4 kelompok yaitu kontrol negatif aquades, kontrol positif saliva buatan, kontrol positif kopi robusta, dan perlakuan dan direndam selama 48 jam dan 168 jam dengan suhu 37° C. Jumlah pelepasan ion Co dalam cairan rendaman di uji dengan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Kadar ion Co yang terkandung pada sampel logam di uji dengan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Kekasaran permukaan yang berupa stuktur mikro sampel logam di lihat dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Hasil uji kadar ion kobalt menggunakan XRF menunjukkan bahwa kadar kobalt tidak berbanding lurus dengan hasil uji pelepasan ion yang diuji dengan AAS. Hal tersebut diduga karena pengaruh penatalaksanaan logam selama proses *casting*. Beberapa faktor *casting* antara lain keseragaman ukuran, temperatur, dan kekasaran permukaan diduga berpengaruh terhadap bervariasinya jumlah pelepasan ion tiap spesimen logam. Setelah direndam dalam saliva buatan konsentrasi ion Co yang terlepas paling tinggi yaitu 124,5 ppb. Sedangkan pada uji struktur mikro (SEM) menunjukkan oksidasi pada logam CoCr terbanyak ditemukan pada rendaman kopi robusta. Data hasil uji AAS kemudian di analisis menggunakan uji *Two-Way Anova* dan menunjukkan perbedaan yang signifikan kecuali pada variasi hari. Selanjutnya dilakukan uji *Least Significant Difference* dan terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok, kecuali pada kelompok saliva buatan dan kopi robusta (48 jam).

Kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat pelepasan ion kobalt pada logam CoCr yang direndam dalam kopi robusta dan campuran saliva buatan dan kopi. Tetapi, jumlah ion Co yang terlepas masih lebih rendah dibandingkan logam CoCr yang direndam saliva buatan. Selain itu, terdapat perubahan struktur mikro dengan adanya oksidasi terbanyak ditemukan pada logam CoCr setelah dilakukan perendaman dengan kopi robusta. Jumlah pelepasan ion dan stuktur mikro logam dapat dipengaruhi berbagai faktor seperti, larutan (pH), jenis bahan perendam, kandungan dari larutan perendam, dan penatalaksanaan pada saat proses *casting*.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat taufik dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pelepasan Ion Kobalt (*Cobalt*) Pada Logam CoCr Setelah Dilakukan Perendaman Kopi Robusta”. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW sebagai sumber inspirasi dan panutan dalam menjalani hidup. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak terlepas adanya bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes., Sp. Prost, selaku dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
2. drg. Dessy Rachmawati, M. Kes., Ph. D, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes., Sp. OF, selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah membagikan waktu, ilmu dan pengalaman selama proses penulisan skripsi ini;
3. drg. Sri Lestari, M.Kes, selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Tantin Ermawati, M.Kes, selaku Dosen Penguji Anggota yang telah bersedia menguji, memberi saran serta masukkan pada skripsi penulis;
4. drg. Erawati Wulandari M.Kes, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah bersedia membimbing dan membantu penulis selama menjadi mahasiswa;
5. Ayahku Mujianto dan Ibuku Wahyu Pangestuti tercinta yang selalu mendukung, mendo'akan, dan memberi nasihat di setiap langkah yang saya tempuh untuk mencapai keberhasilan;
6. Adik-adiku dirumah yang selalu memberi dukungan moral sehingga saya selalu lebih terpacu untuk menyelesaikan skripsi ini;

7. Teman temanku: Alfian, Nagara, Dhilan, Salsa, Dania, Adi, Atik, Fika, Shania, Ibnu, Ghafran. Terimakasih atas dukungan yang selalu diberikan;
8. Kawanku Anya Tania, terimakasih atas semangat, perhatian serta do'a sehingga terselesaikan skripsi ini;
9. Pihak pengelola Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember, Laboratorium Sentral dan Material Maju Fakultas MIPA Universitas Malang, Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Malang, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember. Terimakasih atas kerjasamanya selama penelitian ini berlangsung dan Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang terkait dengan hasil penelitian dan skripsi ini.

Jember, 22 Maret 2020

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 TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Perawatan Prosthodontia	5
2.1.1 Definisi Perawatan Prosthodontia	5
2.2.2 Macam-macam Perawatan Prosthodontia	5
2.2 Logam Kobalt Kromium (CoCr)	7
2.2.1 Definisi Logam Kobalt Kromium (Co-Cr)	7
2.2.2 Sifat Logam Kobalt Kromium (Co-Cr)	7
2.2.3 Proses Pembuatan Logam Kobalt Kromium	8

2.3 Saliva	11
2.4 Kopi Robusta	11
2.5 Proses Pelepasan Ion Logam.....	13
2.6 Pengaruh Pelepasan Ion Kobalt Pada Tubuh	14
2.7 Alat Uji.....	15
2.7.1 X-Ray Fluorescence (XRF)	15
2.7.2 Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)	15
2.7.3 Scanning Electron Microscopy (SEM)	16
2.8 Kerangka Konsep.....	19
2.8.1 Kerangka Konsep	19
2.8.2 Keterangan Kerangka Konsep.....	20
2.9 Hipotesis.....	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Jenis Penelitian	21
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2.1 Tempat Penelitian	21
3.2.2 Waktu Penelitian.....	21
3.3 Sampel Penelitian	22
3.3.1 Sampel Penelitian	22
3.3.2 Pengelompokan Sampel.....	22
3.3.3 Besar Sampel.....	22
3.4 Variabel Penelitian	22
3.4.1 Variabel Bebas.....	22
3.4.2 Variabel Terikat.....	23
3.4.3 Variabel Terkendali	23
3.4.4 Variabel Tak Terkendali	23
3.5 Definisi Operasional	23
3.5.1 Logam CoCr.....	23
3.5.2 Saliva Buatan.....	24

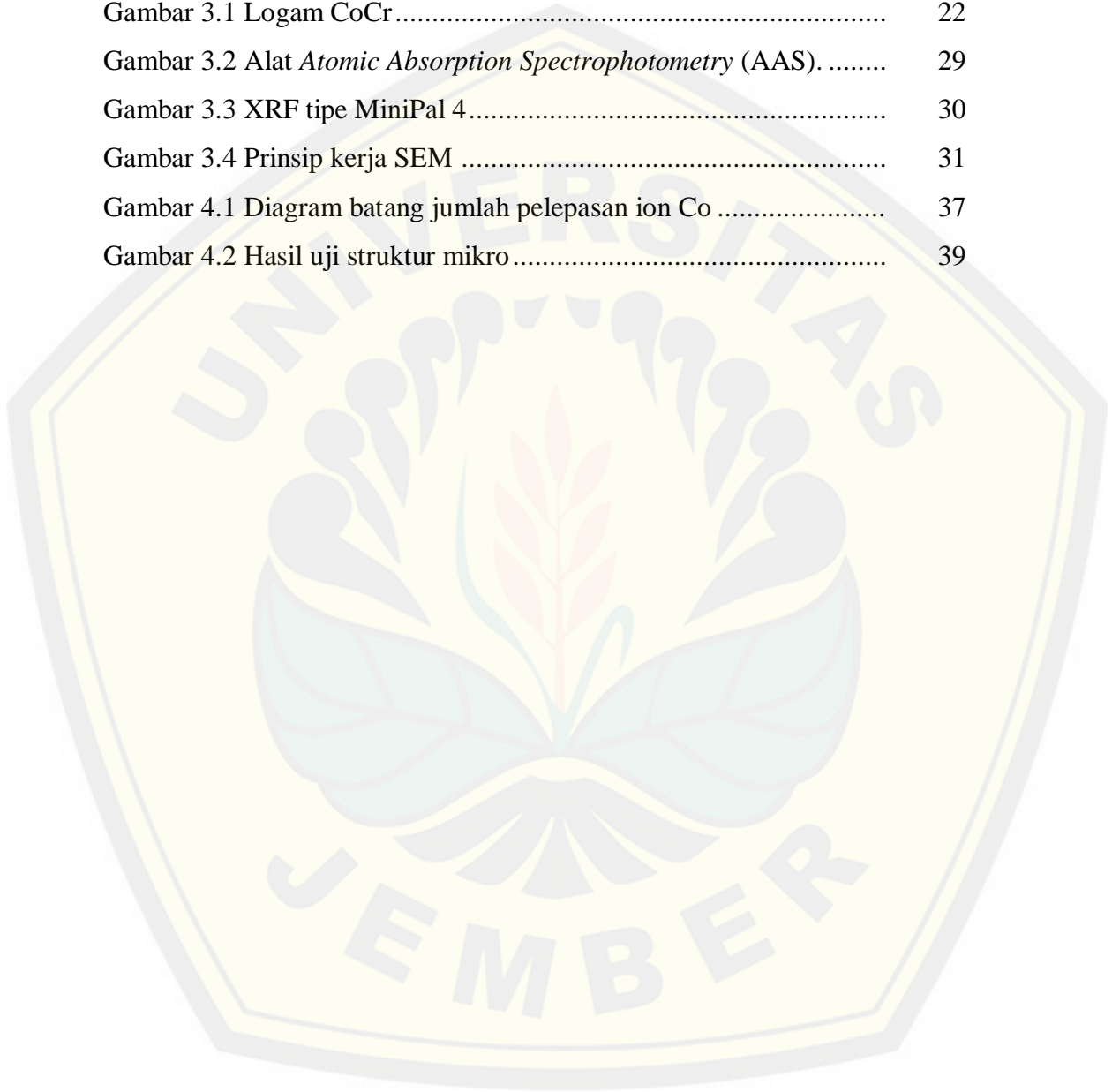
3.5.3 Aquades.....	24
3.5.4 Kopi Robusta	24
3.5.5 Campuran Kopi Robusta dan Saliva Buatan	24
3.5.6 Pelepasan Ion Co	24
3.6 Alat dan Bahan Penelitian.....	25
3.6.1 Alat Penelitian	25
3.6.2 Bahan Penelitian	25
3.7 Prosedur Penelitian	26
3.7.1 Persiapan Spesimen	26
3.7.2 Uji Kemurnian Spesimen	26
3.7.3 Persiapan Larutan	26
3.7.4 Perendaman Sampel.....	27
3.7.5 Pelaksanaan Penelitian.....	27
3.7.6 Pengujian Pelepasan Ion Co	28
3.8 Analisis Data	31
3.9 Alur Penelitian.....	33
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil Penelitian.....	35
4.1.1 Hasil Uji Kadar Ion Kobalt (Co).....	35
4.1.2 Hasil Uji Pelepasan Ion Kobalt (Co)	36
4.1.3 Hasil Uji Struktur Mikro Logam CoCr.....	38
4.2 Analisis Data.....	40
4.3 Pembahasan.....	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL


	Halaman
Tabel 4.1 Hasil uji kadar ion Co (kobalt) pada sampel menggunakan alat <i>X-Ray Fluoresence</i> (XRF)	35
Tabel 4.2 Hasil uji kemurnian ion logam CoCr	36
Tabel 4.3 Hasil uji jumlah ion Co yang terlepas pada larutan perendaman menggunakan alat <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS).....	37
Tabel 4.4 Hasil uji normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov Test</i>	40
Tabel 4.5 Hasil uji homogenitas <i>Levene Test</i>	40
Tabel 4.6 Hasil uji <i>Two-Way Anova</i>	41
Tabel 4.7 Hasil uji <i>Least Significant Difference</i>	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Logam CoCr	22
Gambar 3.2 Alat <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS).	29
Gambar 3.3 XRF tipe MiniPal 4	30
Gambar 3.4 Prinsip kerja SEM	31
Gambar 4.1 Diagram batang jumlah pelepasan ion Co	37
Gambar 4.2 Hasil uji struktur mikro	39



DAFTAR SINGKATAN



AAS	: <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i>
Bi	: Bismut
Br	: Bromin
C	: <i>Carbon</i> (Karbon)
Ca	: <i>Calcium</i> (Kalsium)
CoCr	: <i>Cobalt Chromium</i>
Co	: <i>Cobalt</i> (Kobalt)
Cr	: <i>Chromium</i> (Krom)
Cs	: Sesium
cm	: Centimeter
EDX	: <i>Energy Dispersive X-Ray</i>
Fe	: <i>Ferrum</i> (Besi)
Ir	: Iridium
ml	: Mililiter
mm	: Milimeter
Mn	: Mangan
Mo	: <i>Molybdenum</i>
N	: Nitrogen
P	: Fosfat
pH	: <i>Potential of Hydrogen</i> (Derajat Keasaaman)
ppb	: <i>Part per billion</i>
ppm	: <i>Part per million</i>
Sc	: Skandium
Si	: Silikon
SEM	: <i>Scanning Electron Microscopy</i>
Ta	: Tantalum
XRF	: <i>X-Ray Fluoresense</i>

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. Perhitungan Jumlah Sampel	55
LAMPIRAN B. Alat dan Bahan Penelitian	56
LAMPIRAN C. Pelaksanaan Penelitian	60
LAMPIRAN D. Volume Perendaman Sampel.....	62
LAMPIRAN E. Hasil Uji Kadar Ion Co	63
LAMPIRAN F. Hasil Uji Pelepasan Ion Co	76
LAMPIRAN G. Hasil Uji Struktur Mikro	78
LAMPIRAN H. Hasil Uji Normalitas <i>Kolmogorv-Smirnov</i>	83
LAMPIRAN I. Hasil Uji Homogenitas <i>Levene Test</i> , Uji Parametrik <i>Two-Way Anova</i> , dan Uji <i>Least Significant Difference</i>	84

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehilangan gigi merupakan suatu keadaan lepasnya satu atau lebih gigi dari soketnya atau keadaan gigi yang mengakibatkan gigi antagonisnya kehilangan kontak. Kehilangan gigi permanen pada orang dewasa biasanya terjadi akibat penyakit periodontal, trauma, dan karies (Setyadi, 2011). Berdasarkan laporan RISKESDAS (Riset Kesehatan Dasar) 2018 kehilangan gigi nasional pada usia 35-44 tahun sebesar sebesar 17,5% yang semakin meningkat pada usia 65 tahun ke atas sebesar 30,6%.

Kehilangan gigi dalam jangka waktu lama dan tidak segera dibuatkan gigi tiruan dapat menyebabkan gangguan antara lain gigi mengalami migrasi patologis pada gigi geligi yang tersisa, kehilangan tulang alveolar pada daerah gigi yang hilang, penurunan fungsi fisiologis yang dapat mempengaruhi kualitas hidup seseorang. Selain itu kehilangan gigi dapat menyebabkan dampak sistemik dan dampak emosional, dampak sistemik seperti defisiensi nutrisi dan *osteoporosis*. Sedangkan dampak emosional dapat menyebabkan rasa tidak percaya diri dan merasa tua (Gerritsen *et al*, 2010). Oleh karena itu, pembuatan gigi tiruan sangat penting untuk memelihara kesehatan rongga mulut dan kesehatan secara umum.

Macam konstruksi gigi tiruan yang digunakan antara lain gigi tiruan lepasan, gigi tiruan mahkota maupun gigi tiruan jembatan. Salah satu bahan yang digunakan untuk pembuatan gigi tiruan adalah logam (Ahmad, 2012). Logam di bidang kedokteran gigi merupakan campuran kurang lebih dua sampai tiga jenis logam yang berbeda dengan tujuan untuk memperbaiki karakteristik fisika, kimia serta ketahanan korosi logam. Logam-logam ini dicampur menjadi satu dengan komposisi tertentu yang kemudian disebut dengan *alloy* (Rachmawati *et al*, 2013). Kobalt-kromium (Co-Cr) merupakan salah satu *alloy* yang sering digunakan di bidang prostodonsia. *Alloy* ini mempunyai sifat hampir sama seperti Nikel-kromium (Ni-Cr) yang umumnya

digunakan sebagai bahan *metal ceramic crown*, karena kekuatan modulus elastisitas tinggi, perlekatan geser yang tinggi, tahan terhadap korosi, serta harga yang lebih terjangkau untuk pasien (Powers, 2012). Komposisi logam CoCr terdiri dari komponen utama kobalt (63,5%), kromium (29%), molibdenum (5%), silikon (1,2%), serta komponen tambahan seperti mangan, ferrum, tantalum, karbon, nitrogen yang jumlahnya kurang dari 1% (Youssef, 2014).

Selama pemakaian, gigi tiruan selalu berada dalam rongga mulut sehingga terjadi interaksi dengan lingkungan dalam rongga mulut. Rongga mulut memiliki kondisi lingkungan yang berubah-ubah dipengaruhi oleh temperatur, kualitas dan kuantitas saliva, derajat keasaman saliva, plak, jumlah protein pada saliva, sifat fisika dan kimia makanan maupun minuman, serta kondisi kesehatan umum. Saliva disekresi oleh kelenjar saliva secara normal memiliki rentang pH 5,6–7,0. Keasaman saliva dapat berubah yang disebabkan oleh akumulasi plak dalam mulut dan kecepatan aliran saliva sehingga pH saliva turun hingga 4,95 (Kurniawati *et al*, 2010)).

Saliva mengandung komponen organik maupun anorganik seperti ion natrium, kalium, klorida, bikarbonat, kalsium, magnesium, hidrogen fosfat, tiosianat dan fluor. Ion klorida mempunyai mekanisme perusakan logam dengan berkontak dengan lapisan kromium oksida yang merupakan pelindung dari korosi. Pemakaian gigi tiruan dalam rongga mulut sangat berpotensi mengalami korosi. Lama logam dari gigi tiruan yang berkontak dengan saliva mempengaruhi pelepasan ion (Mikulewicz, 2013). Ketika logam berkontak dengan lingkungan rongga mulut yang kurang kondusif menyebabkan peningkatan pelepasan ion logam (Rachmawati *et al*, 2013). Mengonsumsi kopi merupakan salah satu kegiatan yang dapat meningkatkan pelepasan ion pada logam.

Mengonsumsi kopi adalah salah satu kebiasaan sebagian besar masyarakat Indonesia. Artinya mengonsumsi kopi dapat dilakukan semua orang, termasuk orang yang memakai gigi tiruan. Tingkat konsumsi kopi di Indonesia menurut data dari Kementerian Pertanian pada tahun 2016, meningkat 10,54% dari 250 ribu ton menjadi 276 ribu ton dan di proyeksikan meningkat 8,22% setiap tahunnya

(Kemenpar, 2016). Secara umum kopi memiliki dua jenis kopi utama, yaitu kopi arabika dan kopi robusta namun, produksi kopi robusta 601 ribu ton (80,4%) jauh lebih besar dari kopi arabika 147 ribu ton (19,6%). Kopi robusta lebih diminati dibandingkan dengan kopi arabika, karena kopi robusta memiliki rasa yang lebih enak dan kualitas tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan jenis arabika (Kemperin, 2013).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Wayan *et al* pada tahun 2015, pH kopi robusta adalah 5,6-5,7. Pada pH 5,6-5,7 merupakan pH yang cukup asam dan dapat menyebabkan peningkatan pelepasan ion logam. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin asam lingkungan rongga mulut, maka konsentrasi ion H^+ akan meningkat. Jumlah ion H^+ yang semakin banyak mengakibatkan ion H^+ mengalami reduksi dan berikatan dengan elektron yang terlepas dari reaksi oksidasi ion logam, sehingga meningkatkan pelepasan ion logam (Hasyim *et al*, 2017). Dampak dari pelepasan ion yang terus menerus akan terjadi korosi pada logam dan menurunkan kualitasnya. Penurunan kualitas logam ditunjukkan dalam perubahan warna,berkurangnya kekuatan dan dimensi sehingga logam akan mudah patah (Chaturvedi, 2012). Selain berefek pada logam, peningkatan pelepasan ion logam juga berefek pada tubuh. Efek yang timbul merupakan respon biologis.

Respon biologis pelepasan ion logam juga tergantung dari konsentrasi dan kerentanan sel tubuh (Schamalz, 2009). Respon biologis dapat berupa respon yang ringan atau lokal hingga yang mengganggu homeostasis atau sistemik (Srivinas Kumar Karnam *et al*, 2012). Respon lokal yang ditimbulkan oleh pelepasan ion logam kobalt kromium seperti lesi lichen rongga mulut, gingivitis, dan alergi logam spesifik (Khamaisy *et al*, 2010). Sedangkan respon sistemik yang ditimbulkan adalah *neurotoxicity*, efeknya berupa sakit kepala, kecemasan, dan disorientasi. Selain itu dapat menyebabkan penyakit degenerative seperti Alzheimer, Parkinson, *amyotropic lateral sclerosis*, dan *multiple sclerosis* (Ross *et al*, 2013).

Penelitian dengan merendam logam kobalt kromium di dalam kopi robusta merupakan penelitian yang belum pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu

perlu untuk di lakukan analisis lebih mendalam untuk mengetahui pelepasan ion Co (kobalt) pada logam Co-Cr yang direndam dalam kopi robusta.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dapat dirumuskan dari penelitian ini adalah

1. Bagaimanakah peningkatan pelepasan ion kobalt pada logam Co-Cr yang direndam dalam kopi robusta?
2. Apakah terjadi perubahan terhadap struktur mikro logam Co-Cr setelah dilakukan perendaman dengan kopi robusta?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengkaji peningkatan pelepasan ion kobalt pada logam Co-Cr yang direndam dalam kopi robusta.
2. Mengkaji perubahan struktur mikro Co-Cr setelah direndam dalam kopi robusta.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan :

- a. Menambah wawasan serta pengetahuan perawatan di bidang prosthodontia tentang adanya efek kopi robusta terhadap pelepasan ion kobalt dan perubahan struktur mikro permukaan pada logam Co-Cr.
- b. Sebagai dasar penelitian lebih lanjut untuk meneliti pelepasan ion kobalt secara *in vivo* dan *in vitro*.
- c. Dapat menjadi pengetahuan pasien ketika menggunakan piranti prosthodontia dengan bahan logam kobalt kromium.
- d. Dapat dijadikan pertimbangan dokter gigi dalam pemilihan bahan pembuatan piranti prosthodontia.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perawatan Prostodonsia

2.1.1 Definisi Perawatan Prostodonsia

Prostodonsia menurut *Glossary of Prosthodontic Terms* edisi ke-9 (2017) adalah ilmu yang mempelajari diagnosis, rencana perawatan, rehabilitasi, dan pemeliharaan fungsi dalam rongga mulut, dengan mempertimbangkan kenyamanan, penampilan atau estetika, dan kondisi kesehatan pasien sehubungan dengan adanya kehilangan gigi atau defek pada jaringan maksilofasial, dengan cara menggantikan dengan gigi tiruan cekat, gigi tiruan implan, protesa maksilofasial, ataupun gigi tiruan lepasan baik gigi tiruan lengkap maupun gigi tiruan sebagian lepasan. Gigi tiruan lepasan, baik gigi tiruan lengkap maupun gigi tiruan sebagian lepasan, masih merupakan salah satu alternatif yang banyak diminati karena berbagai pertimbangan, terutama apabila pasien merupakan kontra indikasi untuk perawatan dengan gigi tiruan implan dan tidak menghendaki pengurangan gigi untuk perawatan gigi tiruan cekat (Gunadi *et al*, 2012).

2.1.2 Macam-Macam Perawatan Prostodonsia

a. Gigi Tiruan Lepas

Gigi tiruan lepasan adalah bagian prostodonsia yang menggantikan satu atau beberapa gigi yang hilang atau seluruh gigi asli yang hilang dengan gigi tiruan dan didukung oleh gigi, mukosa atau kombinasi gigi, mukosa dan yang dapat dilepas pasang sendiri oleh pasien (Wagner, 2012).

b. Gigi Tiruan Penuh

Gigi tiruan penuh atau gigi tiruan lengkap didefinisikan sebagai protesa gigi yang menggantikan seluruh gigi geligi dan struktur pendukungnya baik pada rahang atas maupun rahang bawah. Pada umumnya gigi tiruan penuh dibuat untuk pasien *geriatric*, juga pada beberapa pasien muda yang lahir dengan

kelainan gigi atau tidak adanya gigi geligi pada lengkung rahang (Mendoza, 2012).

c. Gigi Tiruan Sebagian Lepas

Gigi tiruan sebagian lepasan (GTSL) adalah sebuah protesa yang menggantikan satu atau beberapa gigi yang hilang, pada rahang atas maupun rahang bawah dan dapat dibuka pasang oleh pasien tanpa pengawasan dokter gigi (Ozkan, 2012).

d. Gigi Tiruan Cekat

Gigi tiruan cekat (GTC) adalah gigi tiruan yang memperbaiki mahkota gigi yang rusak atau menggantikan satu atau beberapa gigi yang hilang dengan bahan tiruan dan dipasangkan ke pasien secara permanen serta tidak dapat dibuka-buka oleh pasien sendiri. Gigi tiruan cekat (GTC) terdiri dari gigitiruan cekat mahkota atau *crown* dan jembatan atau *bridge* (Zarb *et al*, 2012).

e. Gigi Tiruan Implan

Gigi tiruan implan adalah suatu protesa yang di tanam dalam jaringan lunak ataupun tulang rahang. Tujuan utamanya adalah untuk mengganti gigi yang hilang sehingga diperoleh fungsi estetik, fungsi pengunyahan serta kenyamanan yang ideal (Moh. Dharma, 2016).

f. Protesa Maksilofasial

Protesa maksilofasial merupakan jenis perawatan protodontik yang berhubungan dengan restorasi dan atau penggantian sistem stomatognatik dan struktur wajah yang disebabkan oleh adanya penyakit, tindakan bedah dan kelainan bawaan dengan alat tiruan yang dapat atau tidak dapat dilepas oleh pasien. Jenis protesa maksilofasial terdiri atas protesa ekstra oral dan intra oral (Hayawaka, 2011).

2.2 Logam Kobalt Kromium (Co-Cr)

2.2.1 Definisi Logam Kobalt Kromium (Co-Cr)

Kobalt-kromium (Co-Cr) adalah logam yang sering digunakan di bidang dalam prostodonsia. Logam kobalt-kromium mempunyai sifat yang mirip seperti Nikel-kromium (Ni-Cr) digunakan sebagai bahan *metal-ceramic crown*, karena kekuatan modulus elastisitas tinggi, perlekatan geser yang tinggi, mempunyai daya tahan tinggi terhadap korosi serta harga yang lebih terjangkau untuk pasien (Powers, 2012). Komposisi logam CoCr terdiri dari komponen utama Co (63,5%), Cr (29%), Mo (5%), Si (1,2%), serta komponen tambahan seperti Mn, Fe, Ta, C, N yang jumlahnya kurang dari 1% (Youssef, 2014).

2.2.2 Sifat Logam Kobalt Kromium (Co-Cr)

Kobalt kromium bersifat *high temperatur resistance metal super alloy* yaitu memiliki *melting points* (titik leleh) paling tinggi dan kurva *stress-rupture* yang lebih datar sehingga menghasilkan kemampuan menahan dan menyerap tekanan yang lebih baik pada suhu mutlak yang lebih tinggi dibandingkan logam jenis nikel titanium atau *stainless steel* (Manivasagam *et al*, 2010). Ketertarikan terhadap penggunaan logam kobalt kromium timbul karena logam ini mempunyai banyak keuntungan dalam penggunaannya sebagai bahan *dental casting* yaitu mempunyai sifat sifat mekanis yang baik, resisten terhadap korosi, relatif ringan, dan harga yang lebih murah dibandingkan dengan jenis logam campur dari emas (Powers, 2012).

Selain itu, kobalt kromium mempunyai sifat resisten terhadap korosi pada lingkungan fisiologis yang lebih baik jika dibandingkan logam *stainless steel* karena kandungan kromium yang cukup tinggi. Kobalt kromium memiliki nilai *range* kekerasan sebesar $345,24 \pm 11,9$ VHN (*Vickers Hardness Number*) (Prasetyo, 2010). Kobalt kromium mempunyai *tensile strength* (*fracture toughness* dan *fatigue strength*) yang paling baik diantara jenis logam lain sehingga tidak mudah retak dan mampu menahan beban dinamis yang berlangsung secara terus-menerus dalam jangka waktu yang lama saat diaplikasikan (Anusavice, 2013).

2.2.3 Proses Pembuatan Logam Kobalt Kromium (CoCr)

Proses pembuatan logam kobalt kromium atau proses *dental casting* kobalt kromium dapat dilakukan dengan banyak cara, salah satu cara yang banyak digunakan di Indonesia saat ini ada *lost wax process*. Prinsip prosesnya sebagai berikut :

1. *Pattern former*

Pattern atau pola dibuat dari *inlay wax* atau malam cor atau malam biru. *Inlay wax* yang dipanaskan kemudian dibentuk lingkaran dengan ukuran diameter 1 cm dan ketebalan 1 mm. Pemilihan *inlay wax* sebagai bahan dikarenakan *wax* ini memiliki tingkat *flow* yang tinggi. Sehingga dapat membentuk detail yang halus. Proses manipulasinya seperti memanipulasi *wax* normal dengan cara *heating* (pemanasan) kemudian dibentuk sesuai yang dibutuhkan.

2. *Sprue former*

Sprue adalah jalan masuk logam menuju *mold space model pattern*. Sama halnya dengan *pattern former sprue* juga dibentuk dari *inlay wax*. Diameter *sprue* yang ideal adalah 1-1,5 mm dan panjang 1 cm. Apabila lebih dari ukuran tersebut maka logam cair akan dibutuhkan lebih banyak. Apabila lebih kecil maka logam cair akan kesulitan untuk memasuki *mould space*. Diujung *sprue* juga diberi bentukan *reservoir* yang berfungsi sebagai cadangan logam. Bentukannya berupa bulatan mempat berujung kerucut.

3. *Ventilator former*

Ventilator adalah bentukan sebagai jalan keluar udara dari investmen material saat proses *casting*. Udara harus disalurkan keluar dengan tujuan logam cair dapat masuk sempurna pada *mould space model pattern*. Ukuran *ventilator* dengan diameter 1 mm dan panjang 1,5 cm. Bentukannya mirip gagang payung dimana ujung dari *ventilator* berjarak 2-3 mm diatas *model pattern*. Apabila lebih dari jarak tersebut maka udara

tidak tersalurkan keluar. Apabila kurang dari jarak tersebut maka ketebalan model yang terbentuk akan berkurang disebabkan keterbatasan proses ekspansi.

4. *Crossible former*

Crossible former adalah bentukan kawah sebagai pintu masuk cairan logam saat proses *casting*. Dibentuk dari *base plate wax* yang dimanipulasi menyerupai kerucut. Selain sebagai pintu masuk saat *casting*, *crossible former* berfungsi sebagai penutup *casting ring* saat proses penanaman.

5. *Assembling*

Proses perakitan, setelah dibentuk alat-alat dari wax maka proses selanjutnya adalah perakitan. *Pattern* dilekatkan pada ujung *sprue* dengan sudut tumpul yang memudahkan logam cair memasuki *mould space model pattern*. *Sprue* dilekatkan dipuncak *crossible former*. Sedangkan *ventilator* dilekatkan pada *crossible former* dengan jarak terjauh dari *sprue* dan tidak terlalu dekat dengan lereng *crossible former*. Tujuan dari peletakan tersebut, agar logam cair tidak memasuki *ventilator* dan masuk dalam *sprue*.

6. *Wetting*

Wetting adalah proses pembersihan wax dengan sabun, bertujuan agar tegangan permukaan dari wax akan turun dan memudahkan investmen material membentuk detail, tanpa adanya space yang terbentuk akibat tegangan permukaan wax.

7. *Painting*

Pengolesan wax dengan cairan hasil manipulasi investment material, hal tersebut dilakukan agar mould space terbentuk dengan detail yang sempurna saat proses investmen. Sehingga model akan terlapsi dengan investmen material dan membentuk *mould* yang dibutuhkan.

8. *Powdering*

Powdering adalah satu rangkaian dengan proses *painting*, *powdering* adalah penaburan investmen material pada *wax* yang telah dilakukan proses *painting*.

Proses *wetting*, *painting* dan *powdering* merupakan satu proses yang saling berkesinambungan dimana proses ini bertujuan untuk mengurangi tegangan permukaan yang terjadi pada model malam pada saat proses penanaman dengan bahan investmen material sehingga pada proses penghilangan malam menggunakan oven ataupun alat lain semua detail dari model malam terbentuk jelas.

9. *Asbestos Lining*

Pemberian pita asbestos untuk menyelimuti *casting ring* adalah cara yang dilakukan untuk *member space* yang memungkinkan ekspansi pada investmen material. Ekspansi sangat dibutuhkan karena logam akan mengalami kontraksi sehingga ekspansi yang dialami oleh investment material merupakan penyeimbang dari kontraksi logam.

10. *Investment* atau penanaman

Seluruh model malam yang telah diulasi dengan selapis bahan tanam, kemudian dimasukkan ke dalam *casting ring*. Bahan tanam dituang sedikit demi sedikit di atas *vibrator*. Setelah bahan tanam mengeras, dilakukan pembakaran/pemanasan dalam oven untuk menghilangkan model malam.

11. *Casting*

Segera dilakukan *casting* setelah pemanasan dalam oven. Proses *casting* dilakukan di dalam mesin cor atau *casting machine*. Pencairan logam dilakukan pada *centrifugal casting machine*. Pencairan logam dilakukan dengan dua cara yaitu pencairan logam dengan *blow torch* dan pencairan logam secara elektrik. Kemudian *casting machine* diputar untuk memasukkan logam cair ke dalam bambung tuang.

12. Membersihkan tuangan

Setelah *casting* selesai, buntung tuang dikeluarkan dari *casting machine*, kemudian buntung tuang direndam dalam air segera setelah logam pada sprue berkilau merah gelap.

13. *Finishing*

Proses *finishing* yaitu, grinding adalah memotong bintil-bintil dan sayap pada logam, kemudian dihaluskan. Sedangkan *polishing* adalah mengkilapkan permukaan logam.

2.3 Saliva

Saliva adalah cairan yang di keluarkan atau di sekresikan oleh kelenjar saliva di dalam rongga mulut. Saliva merupakan sekresi atau keluaran campuran yang di produksi oleh kelenjar parotis, kelenjar submandibula, kelenjar sublingual yang merupakan kelenjar saliva mayor. Saliva juga diproduksi oleh kelenjar saliva minor seperti kelenjar pada palatum lunak dan permukaan dalam pada bibir serta pipi. Sedangkan saliva buatan memiliki kandungan yang mirip seperti saliva fisiologis namun tidak memiliki enzim (Kuhta *et al*, 2009).

Saliva fisiologis memiliki kandungan sebagian besar air dan sebagian lain merupakan komponen anorganik (HCO_3^- , fosfat, Na^+ , K^+ , Cl^- , potasium, magnesium) yang dapat merusak lapisan oksida pada permukaan logam sehingga mengakibatkan terjadinya pelepasan ion seperti nikel, kromium, kobalt, ferrum, molibdenum, titanium yang merupakan komponen penting pada logam (Siti Fatimah *et al*, 2013). Komponen anorganik inilah sebagai media elektrolit yang dapat memicu reaksi elektrokimia.

2.4 Kopi Robusta

Kopi merupakan salah satu minuman yang paling banyak dikonsumsi. Konsumsi kopi Indonesia mengalami kenaikan rata-rata sekitar 3% setiap tahunnya, lebih tinggi dibanding pertumbuhan konsumsi kopi dunia yang rata-rata sekitar 2%

(Kemenperin, 2013). Jenis kopi sendiri ada 4 yaitu kopi robusta, kopi arabika, kopi liberika, dan kopi ekselsa. Produksi kopi nasional adalah hampir 90% kopi robusta dan sekitar 10% kopi arabika. Hal ini di akibatkan oleh perkebunan kopi nasional di dominasi kopi robusta yang mudah di tanam serta lebih tahan hama daun. Sehingga dari kelebihan tersebut produksi kopi robusta lebih besar dalam skala nasional (Rahardjo, 2017).

Kopi terkenal akan kandungan kafeinnya yang tinggi. Kafein sendiri merupakan senyawa hasil metabolisme sekunder golongan alkaloid dari tanaman kopi dan memiliki rasa yang pahit (Desintya, 2012). Kafein merupakan senyawa kimia alkaloid terkandung secara alami pada lebih dari 60 jenis tanaman terutama teh (1-4,8 %), kopi (1-1,5 %), dan biji kola (2,7-3,6 %). Kafein merupakan alkaloid putih yang memiliki berat molekul 194,19 dengan rumus senyawa kimia $C_8H_{10}N_4O_2$ (Novita *et al*, 2017). Selain itu kopi memiliki zat asam, yaitu *quinic acid*, *citric acid*, *chlorogenic acid*, *phosphoric acid*, dan *acetic acid* (Farah, 2012).

Menurut penelitian wayan *et al* pada tahun 2015, pH kopi robusta berada pada rentang 5,6-5,7. Pada kisaran pH tersebut ketika kopi dikonsumsi maka konsentrasi ion hidrogen dalam rongga akan meningkat. Ion hidrogen akan mengalami reaksi reduksi dan berikatan dengan elektron yang terlepas dari reaksi oksidasi ion logam. Karena reaksi tersebut, ion ion pada logam akan semakin banyak yang terlepas dan mengakibatkan korosi (Hasyim *et al*, 2017). Adanya proses korosi dapat menimbulkan dampak yang merugikan baik bagi kesehatan tubuh maupun bagi logam tersebut (Bramadita, 2009). Korosi pada logam dapat menyebabkan perubahan warna pada permukaan logam, berkurangnya kekuatan dan dimensi logam yang dapat menyebabkan patahnya logam (Chaturvedi, 2012).

2.5 Proses Pelepasan Ion Logam

Pelepasan ion logam terjadi bila ada reaksi kimia dan elektrokimia dari suatu bahan atau material. Reaksi pelepasan ion logam ini terjadi jika terdapat elemen-elemen pendukung, yaitu :

a. Material atau Bahan

Material dalam pelepasan ion logam berperan sebagai anoda, material ini akan melepaskan elektron dan akan menjadi ion-ion bebas. Reaksi ini biasa disebut reaksi oksidasi.

b. Lingkungan

Lingkungan berperan sebagai katoda dalam reaksi pelepasan ion. Dinamakan katoda karena pada lingkungan terjadi reaksi reduksi dan membutuhkan elektron. Elektron ini akan di dapat dari anoda yang melepaskan elektron atau mengalami reaksi oksidasi.

c. Reaksi dari Lingkungan dan Material

Pelepasan ion logam akan terjadi bila terjadi reaksi oksidasi dan reduksi dari lingkungan dan material. Dan reaksi terjadi apabila lingkungan dan material berkontak secara langsung.

d. Elektrolit

Elektrolit merupakan bagian yang sangat mendukung terjadinya reaksi pelepasan ion. Kandungan-kandungan ion ini sendiri yang dapat menghantarkan *elektro equivalen force* sehingga reaksi pun dapat terjadi.

Sedangkan pelepasan ion merupakan jenis reaksi setengah sel yang melibatkan 2 reaksi. Yang pertama terjadi reaksi oksidasi pada daerah anoda dan terjadi reaksi reduksi pada katoda. Reaksi oksidasi logam biasa juga dikenal dengan pengkorosian. Sedangkan reaksi reduksi pada logam adalah reaksi penangkapan elektron. Evolusi hidrogen juga berpengaruh pada proses pelepasan ion logam. Reaksinya dapat di gambarkan seperti di bawah ini :



Pada katoda akan terjadi penangkapan atom elektron yang terlepas , reaksinya adalah:

Katoda:

- a. Evolusi hidrogen (asam) : $2H + 2e^{-} = H_2$
- b. Reduksi air (netral/basa) : $H_2O + 2e^{-} = H_2 + 2OH^{-}$
- c. Reduksi oksigen (asam) : $O_2 + 4H + 4e^{-} = 2H_2O$
- d. Reduksi oksigen (netral/basa) : $O_2 + 2H_2O + 4e^{-} = 4OH^{-}$
- e. Reduksi ion logam : $M^{3+} + e^{-} = M^{2+}$

(Suyanta, 2013)

2.6 Pengaruh Pelepasan Ion Kobalt Pada Tubuh

Pelepasan ion kobalt dalam tubuh atupun rongga mulut dapat memberikan efek toksik berupa toksisitas jaringan lokal, terjadinya inflamasi, kehilangan tulang, gangguan fungsi ginjal, gangguan imun, reaksi hipersensitivitas, kerusakan kromosom, transformasi seluler, dan nekrosis jaringan (Jantzen *et al*, 2013).

Ion logam yang terlepas akan bebas dan dapat menimbulkan toksisitas melalui mekanisme yang berpengaruh terhadap sistem enzimatis sel atau toksis secara langsung melalui infiltrasi membran. Selain itu ion logam yang terlepas akan berkontak dengan epitel dan mukosa rongga mulut kemudian merangsang sistem imun non spesifik (Rachmawati *et al*, 2013). Ion logam dalam *cobalt based alloy* yang terlepas akan terikat pada protein sel dan menyebabkan terjadinya koagulasi. Infiltrasi membran biasanya terjadi pada ukuran nano-partikel, sehingga partikel dapat menembus membran sel dan merusak dari dalam sel (Behl *et al*, 2013).

Cobalt chromium dalam salin fisiologis akan melepaskan $30\mu\text{g}/\text{cm}^2$ metal ke jaringan sekitar. Kadar ion logam ferrum, kobalt, nikel, kromium yang terlepas dan terlarut dari logam *cobalt chromium* sekitar 0,176; 1,41; 0,295; 0 ppm (Prasetyo,

2010). Efek toksik dari pelepasan ion ini memungkinkan terjadinya reaksi inflamasi (Kuhta *et al*, 2009).

2.7 Alat Uji

2.7.1 X-Ray Fluorescence (XRF)

X-Ray *Fluorescence* (XRF) adalah alat yang digunakan untuk menguji kandungan logam pada suatu sampel. Teknik analisis dengan X-Ray *Fluorescence* (XRF) banyak digunakan karena teknik ini lebih cepat, lebih teliti serta tidak merusak bahan. Teknik ini juga dapat digunakan pada cuplikan padat, cair, bubuk serta pasta (Munasir *et al*, 2012)

Prinsip Kerja X-Ray *Fluorescence* (XRF) adalah dengan menembakkan radiasi foton elektro magnetik ke material yang akan di teliti. Lalu radiasi elektromagnetik yang dipancarkan akan berinteraksi dengan kulit K di suatu unsur. Selanjutnya elektron yang berada pada kulit K tersebut akan memiliki suatu energi kinetik yang cukup untuk melepaskan diri dari ikatan inti, pada akhirnya elektron akan terlepas keluar (Setiabudi, 2012).

X-Ray *Fluorescence* (XRF) memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya adalah metode ini adalah sampel yang di analisis tidak perlu dirusak, kemudian memiliki akurasi yang tinggi, dapat menentukan unsur dalam material tanpa adanya standar, dan dapat menentukan mineral dalam bahan biologi maupun dalam tubuh secara langsung. Untuk kelemahannya adalah tidak dapat menentukan atau menganalisis di bawah nomor atom 10 (Silaen, 2015).

Komponen penting dalam X-Ray *Fluorescence* (XRF) adalah sumber cahaya, optik, dan detektor (Setiabudi, 2012).

2.7.2 Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan unsur-unsur dalam suatu sampel/cuplikan yang berbentuk larutan.

Selain itu metode ini juga sangat sering digunakan karena sensitif dan selektif. Metode ini juga digunakan untuk penentuan kadar suatu unsur yang konsentrasinya kecil tanpa dilakukan pemisahan terlebih dahulu (Kristianingrum, 2012).

Prinsip dari analisis dengan AAS ini didasarkan proses penyerapan energi oleh atom-atom yang berada pada tingkat tenaga dasar (*ground state*). Penyerapan energi tersebut akan mengakibatkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat tenaga yang lebih tinggi (*excited state*). Akibat dari proses penyerapan radiasi tersebut elektron dari atom-atom bebas tereksitasi ini tidak stabil dan akan kembali ke keadaan semula disertai dengan memancarkan energi radiasi dengan panjang gelombang tertentu dan karakteristik untuk setiap unsur. Instrumentasi atau komponen komponen AAS ini sendiri adalah sumber cahaya, monokromator, gas dan alat pembakar, kuvet dan detektor (Sari, 2010).

2.7.3 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan alat yang dapat membentuk bayangan permukaan. Struktur permukaan suatu benda yang akan diuji dapat dipelajari dengan mikroskop elektron pancaran karena jauh lebih mudah untuk mempelajari struktur permukaan itu secara langsung. Pada dasarnya, SEM menggunakan sinyal yang dihasilkan elektron dan dipantulkan atau berkas sinar elektron sekunder. SEM memiliki kemampuan untuk menganalisis sampel tertentu dengan memanfaatkan salah satu metode yang disebutkan di atas. Sayangnya, setiap jenis analisis dianggap merupakan aksesori perangkat tambahan untuk SEM. Aksesori yang paling umum dilengkapi dengan SEM adalah dispersif energi detektor x-ray atau EDX (kadang-kadang dirujuk sebagai EDS) (Cahyana *et al*, 2014).

Scanning Electron Microscopy (SEM) menggunakan prinsip *scanning* yaitu berkas elektron diarahkan pada titik permukaan spesimen. Gerakan elektron diarahkan dari satu titik ke titik lain pada permukaan spesimen. Jika seberkas sinar elektron ditembakkan pada permukaan spesimen maka sebagian dari elektron itu akan dipantulkan kembali dan sebagian lagi diteruskan. Jika permukaan spesimen tidak

merata, banyak lekukan, lipatan atau lubang-lubang, maka tiap bagian permukaan itu akan memantulkan elektron dengan jumlah dan arah yang berbeda dan kemudian akan ditangkap oleh detektor dan akan diteruskan ke sistem layar. Hasil yang diperoleh merupakan gambaran yang jelas dari permukaan spesimen dalam bentuk tiga dimensi. Dalam penelitian morfologi permukaan dengan menggunakan SEM, pemakaiannya sangat terbatas tetapi memberikan informasi yang bermanfaat mengenai topologi permukaan dengan resolusi sekitar 100 \AA (Amstrong). SEM memiliki perbesaran $10 - 3000000x$, *depth of field* $4 - 0.4 \text{ mm}$ dan resolusi sebesar $1 - 10 \text{ nm}$. Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, *depth of field* yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri (Yudi Prasetyo, 2011).

Menurut Yudi Adapun fungsi utama dari SEM antara lain dapat digunakan untuk mengetahui informasi-informasi mengenai:

1. Topografi, yaitu ciri-ciri permukaan dan teksturnya (kekerasan, sifat memantulkan cahaya, dan sebagainya).
2. Morfologi, yaitu bentuk dan ukuran dari partikel penyusun objek (kekuatan, cacat pada *Integrated Circuit* (IC) dan chip, dan sebagainya).
3. Komposisi, yaitu data kuantitatif unsur dan senyawa yang terkandung di dalam objek (titik lebur, kereaktifan, kekerasan, dan sebagainya).
4. Informasi kristalografi, yaitu informasi mengenai bagaimana susunan dari butir-butir di dalam objek yang diamati (konduktifitas, sifat elektrik, kekuatan, dan sebagainya).

SEM memiliki beberapa detektor yang berfungsi untuk menangkap hamburan elektron dan memberikan informasi yang berbeda-beda (Yudi Prasetyo, 2011).

Detektor-detektor tersebut antara lain:

- a. Detektor EDX, yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai komposisi sampel pada skala mikro.

- b. *Backscatter detector*, yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai nomor atom dan topografi.
- c. *Secondary detector*, yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai topografi.

Prinsip *scanning electron microscopy* (Agus Sujatno *et al*, 2015) yaitu :

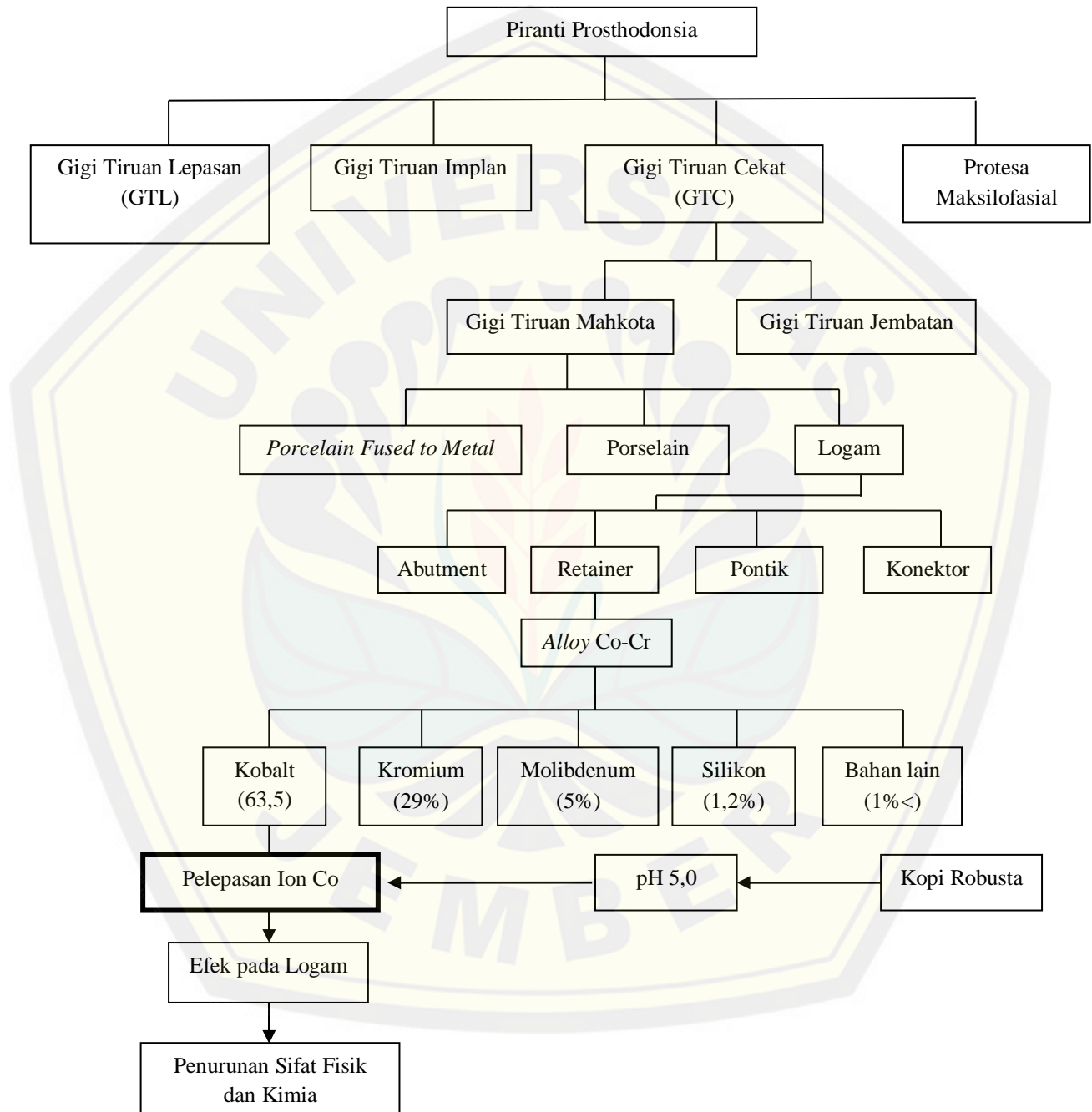
1. Sebuah pistol elektron memproduksi sinar elektron dan dipercepat dengan anoda.
2. Lensa magnetik memfokuskan elektron menuju ke sampel.
3. Sinar elektron yang terfokus memindai (*scan*) keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai.
4. Ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor.

Pada sebuah mikroskop elektron (SEM) terdapat beberapa peralatan utama antara lain:

1. Pistol elektron, biasanya berupa filamen yang terbuat dari unsur yang mudah melepas elektron misal tungsten.
2. Lensa untuk elektron, berupa lensa magnetis karena elektron yang bermuatan negatif dapat dibelokkan oleh medan magnet.
3. Sistem vakum, karena elektron sangat kecil dan ringan maka jika ada molekul udara yang lain elektron yang berjalan menuju sasaran akan terpecah oleh tumbukan sebelum mengenai sasaran sehingga menghilangkan molekul udara menjadi sangat penting.

2.8 Kerangka Konsep

2.8.1 Kerangka Konsep



2.8.2 Keterangan Kerangka Konsep

Piranti prosthodontia dibagi menjadi 4 yaitu, gigi tiruan lepasan (GTL), gigi tiruan implan, gigi tiruan cekat (GTC), dan protesa maksilofasial. Gigi tiruan cekat secara sederhana diartikan sebagai gigi tiruan yang tidak dapat di lepas pasien sendiri. Gigi tiruan cekat di bagi lagi menjadi 2 yaitu, gigi tiruan mahkota (*crown*) dan gigi tiruan jembatan (*bridge*). Gigi tiruan mahkota dapat dibuat dari beberapa bahan seperti dari poselain, logam, maupun kombinasi dari keduanya atau *porcelain fused to metal*. Sedangkan komponen gigi tiruan mahkota terdiri dari *abutment*, *retainer*, pontik, dan konektor. *Retainer* gigi tiruan dapat dibuat dari logam CoCr, komposisi logam CoCr terdiri dari kobalt (63,5%), kromium (29%), molibdenum (5%), silikon (1,2%), dan bahan-bahan lain yang jumlahnya kurang dari 1%.

Konsumsi kopi di Indonesia dewasa ini mengalami peningkatan yang signifikan. Kopi di Indonesia memiliki beberapa jenis seperti kopi arabika, kopi robusta, dan kopi liberika. Namun produksi kopi robusta di Indonesia yang paling tinggi, hal ini yang menjadi salah satu pertimbangan peneliti untuk memilih kopi robusta sebagai subjek penelitian. Kopi robusta memiliki kandungan kafein, tanin, dan beberapa asam, selain itu pH kopi robusta cukup rendah. Hal itu memiliki efek terhadap piranti prosthodontia yang ada di dalam rongga mulut maupun jaringan rongga mulut. Efek terhadap piranti prosthodontia yaitu dapat terjadi peningkatan pelepasan ion kobalt dari logam karena terjadinya peningkatan ion hidrogen sehingga dapat mempengaruhi kekuatan dan retensi logam.

2.9 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah diuraikan maka dirumuskan hipotesis bahwa terdapat peningkatan pelepasan ion kobalt dan perubahan permukaan (morfologi) logam kobalt kromium setelah dilakukan perendaman dengan kopi robusta.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental laboratoris dengan model rancangan penelitian *Post Test Only with Control Group Design*, yaitu dengan menggunakan analisis pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan (Notoatmojo, 2010).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

- a. Perendaman Sampel dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- b. Uji pelepasan ion Co menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang.
- c. Uji kadar ion Co dari logam kobalt kromium menggunakan alat *X-Ray Fluorescence* (XRF) dilaksanakan di Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang.
- d. Uji struktur mikro permukaan logam kobalt kromium menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dilaksanakan di Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember.

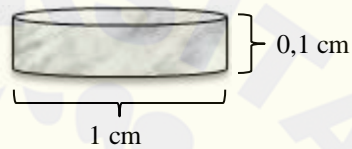
3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2019 sampai Januari 2020.

3.3 Sampel Penelitian

3.3.1 Sampel Penelitian

Sampel pada penelitian ini adalah logam CoCr (Vera Bond II) dicasting dengan menggunakan *lost wax casting technique* standar yang biasa digunakan *dental lab* di Indonesia. Logam CoCr *as received* di casting dan dibuat dalam bentuk penampang bulat diameter 1 cm dengan ketebalan 0,1 cm. Seluruh proses *casting* dilakukan oleh salah satu *dental lab* di Surabaya.



Gambar 3.1 Logam CoCr

Logam CoCr dicuci dan dibersihkan dari sisa bahan tanam dan tidak dilakukan *polishing* akhir hingga mengkilat.

3.3.2 Pengelompokan Sampel

Sampel Penelitian di kelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu 3 kelompok kontrol (1 kontrol negatif dan 2 kontrol positif) dan 1 kelompok perlakuan.

3.3.3 Besar Sampel

Pada penelitian ini terdapat 4 kelompok, 3 kelompok kontrol dan 1 kelompok perlakuan. Setelah dilakukan perhitungan dengan rumus penelitian oleh Jaykaran, *et al* (2013) dihasilkan besar sampel 2,3 per kelompok. Kemudian dibulatkan menjadi 2, serta membutuhkan 1 logam untuk uji kemurnian sampel (LAMPIRAN A).

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah logam CoCr (kobalt kromium) yang direndam dalam kopi robusta.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah pelepasan ion Co (kobalt).

3.4.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol penelitian ini yaitu :

1. Waktu perendaman selama 48 jam dan 168 jam.
2. Volume perendaman sebanyak 100 ml yang disesuaikan dengan standart volume minimal pada alat uji *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).
3. Suhu inkubator 37 derajat celcius.
4. Saliva buatan dengan pH 6,5.
5. Aquades dengan pH 7,2.
6. Kopi robusta dengan pH 5,0.
7. Campuran kopi robusta dan saliva buatan dengan pH 5,9

3.4.4 Variabel Tak Terkendali

Variabel tak terkontrol pada penelitian ini adalah proses pembuatan logam kobalt kromium.

3.5 Definisi Operasional

3.5.1 Logam CoCr

Logam CoCr adalah logam yang biasanya di bidang kedokteran gigi untuk pembuatan gigi tiruan. Pembuatan logam tersebut dengan cara mencampurkan beberapa jenis logam, seperti kobalt, kromium, molibdenum, silikon, dan beberapa jenis logam lain dalam prosentase yang kecil. Logam CoCr (Vera Bond II) yang digunakan dalam penelitian ini adalah logam hasil *casting* yang diproses di *dental lab* memiliki penampang bulat dengan diameter 1 cm dengan ketebalan 0,1 cm.

3.5.2 Saliva Buatan

Saliva buatan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki komposisi NaCl 36,0 gram, KCl 1,69 gram, CaCl₂ 0,956 gram, NaHCO₃ 0,85 gram, dan air destilasi 400 cc dengan pH 6,5 (SMF, Surabaya).

3.5.3 Aquades

Aquades yang digunakan pada penelitian ini memiliki pH 7,2.

3.5.4 Kopi Robusta

Kopi robusta yang digunakan adalah kopi robusta produksi PTPN XII Jember dengan pH 5,0. pH ini didapatkan setelah melarutkan bubuk kopi 3 mg dalam 100 ml air mendidih.

3.5.5 Campuran kopi robusta dan saliva buatan

Campuran kopi robusta dan saliva buatan dibuat dengan cara mencampurkan 50 ml saliva buatan dan 50 ml kopi robusta dengan pH campuran 5,9.

3.5.6 Pelepasan ion Co

Pelepasan ion Co adalah banyaknya konsentrasi ion Co yang terlarut di dalam kopi robusta dan di tambah saliva buatan setelah perendaman selama 48 jam dan 168 jam dan di uji dengan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Dalam penelitian ini di asumsikan bahwa setiap kali minum kopi membutuhkan waktu kurang lebih 15 menit. Maka, lama perendaman logam selama 168 jam setara dengan 672 kali minum kopi dan lama perendaman logam selama 48 jam setara dengan 192 kali minum kopi (Turkun dalam Aprillia *et al*,2007).

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

3.6.1 Alat Penelitian

Alat penelitian yang digunakan terdiri dari :

1. Penggaris (Butterfly, China)
2. Spidol (Artline, Jepang)
3. Inkubator (Binder, USA)
4. Gelas ukur 25 ml (Pyrex, Indonesia)
5. pH meter digital (pH Aqua-pal, UK)
6. *Beaker glass* (Pyrex, Indonesia)
7. *X-Ray Fluorescence/XRF* (MiniPal 4 PANalitycal)
8. *Atomic Absorption Spectrophotometry / AAS* (ZEEenit 700 Analitik Jena, Jerman)
9. *Scanning Electron Microscopy / SEM* (TM 3000)
10. *Aluminium foil* (KlinPak)
11. Kaca Pengaduk (Mico, USA)
12. Neraca Analitik (Radwag AS220 R2, Polandia)
13. Kompor Gas (Sanken, Indonesia)
14. Teko
15. Pinset
16. Termometer Air Raksa (Lotus, Taiwan)

3.6.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan terdiri dari :

1. Logam CoCr berpenampang bulat dengan diameter 1 cm dengan ketebalan 0,1 cm (Vera Bond).
2. Saliva buatan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki komposisi NaCl 36,0 gram, KCl 1,69 gram, CaCl₂ 0,956 gram, NaHCO₃ 0,85 gram, dan air destilasi 400 cc dengan pH 6,5 (SMF, Surabaya).
3. Aquades dengan pH 7,2.

4. Kopi Robusta dengan pH 5,0.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Persiapan Spesimen

Spesimen pada penelitian ini adalah logam CoCr dengan merk Vera Bond II yang *dicasting* dengan cara *lost wax process* berpenampang bulat dengan diameter 1 cm dengan ketebalan 0,1 cm. Spesimen logam CoCr tidak di *polishing* pada tahap akhir pengerjaan.

3.7.2 Uji Awal Kemurnian Spesimen

Untuk mengetahui kemurnian ion Co dan Cr dalam spesimen dilakukan menggunakan alat *X-Ray Fluorescence* (XRF), dengan langkah langkah sebagai berikut :

- a. Persiapkan spesimen berupa logam CoCr dengan diameter 1 cm dan ketebalan 0,1 cm.
- b. Nyalakan alat dengan tekan tombol *power*. Tunggu beberapa saat kemudian kunci di putar ke arah “*on*”. Kemudian buka penutup alat.
- c. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam wadah khusus dari alat *X-Ray Fluorescence* (XRF), yaitu *holder*.
- d. Selanjutnya dapat dilakukan pembacaan hasil uji sampel di monitor.

3.7.3 Persiapan Larutan Perendaman

Volume larutan perendaman yang digunakan sesuai dengan standart ASTM G31-72 (2004), yang menyatakan bahwa jumlah larutan yang menyebabkan korosi untuk setiap mm^2 luas permukaan adalah 0,2 ml. Dari hasil perhitungan luas permukaan logam adalah $188,4 \text{ mm}^2$, maka volume minimal larutan perendaman adalah 37,68 ml. Namun untuk memenuhi definisi standart operasional tentang volume minimal pada alat uji *Atomic Absorption*

Spectrophotometry (AAS), larutan perendaman disesuaikan dengan alat tersebut menjadi 100 ml. Larutan perendaman yang digunakan adalah aquades, saliva buatan, kopi robusta, dan campuran kopi robusta dan saliva buatan dengan perbandingan 1:1.

3.7.4 Lama Perendaman

Perendaman sampel dilakukan dalam waktu 48 jam dan 168 jam dalam inkubator dengan suhu dalam rongga mulut yaitu 37° C (ASTM G31-72 2004, hal. 6).

3.7.5 Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan sampel sejumlah 9 logam CoCr berpenampang bulat dengan diameter 1 cm dan ketebalan 0,1 cm.
2. Menyiapkan 4 larutan perendaman (aquades, saliva buatan, kopi robusta, dan campuran kopi robusta serta saliva buatan dengan perbandingan 1:1) kemudian di ukur keasaman dengan pH meter.
3. Menyiapkan 4 *beaker glass*.
 - a) Mengisi *beaker glass* pertama dengan aquades sebagai kelompok kontrol negatif sebanyak 100 ml kemudian logam kobalt kromium dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan *beaker glass* tutup dengan *aluminium foil*.
 - b) Mengisi *beaker glass* kedua dengan saliva buatan sebagai kelompok kontrol positif sebanyak 100 ml kemudian logam kobalt kromium dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan *beaker glass* di tutup dengan *aluminium foil*.
 - c) Mengisi *beaker glass* ketiga dengan kopi robusta sebagai kelompok kontrol positif sebanyak 100 ml kemudian logam kobalt kromium

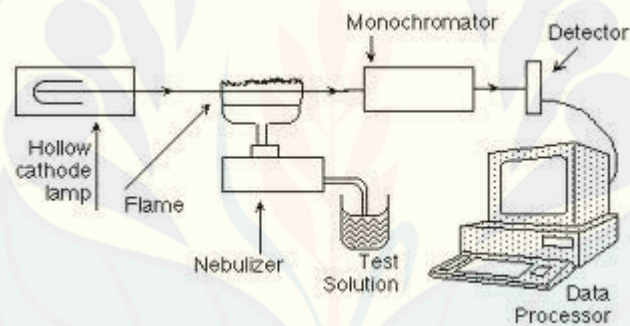
dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan *beaker glass* di tutup dengan *aluminium foil*.

- d) Mengisi *beaker glass* keempat sebagai kelompok perlakuan sebanyak 100 ml, dengan perbandingan saliva buatan : kopi robusta adalah 1:1. Konsentrasi kopi robusta dalam larutan adalah 3mg/100 ml. Kemudian logam kobalt kromium dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan *beaker glass* di tutup dengan *aluminium foil*.
- e) Merendam masing masing sampel selama 48 jam dan 168 jam. Selama perendaman sampel ditempatkan pada inkubator dengan suhu 37° C.
- f) Selanjutnya, spesimen logam diambil dari *beaker glass* untuk di uji kekasaran menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan di uji komposisi ion yang terkandung di dalamnya menggunakan *X-Ray Fluoresence* (XRF).
- g) Kadar ion Co yang terlarut/terlepas di uji dengan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (ASS).

3.7.6 Analisis Pelepasan Ion Co dalam Larutan Perendam

- a. Pengujian menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)
Setelah sampel direndam selama 48 jam dan 168 jam, sampel di ambil dan larutan sebanyak 100 ml di hitung jumlah ion Co yang terlepas dari sampel. Berikut tahapannya (Wiryawan *et al*, 2007) :
 1. Menyiapkan mesin *Atomic Absorption Spectrophotometry* (ASS), sebelum melakukan pengujian dengan menekan tombol “on” hingga layar komputer hidup.
 2. Memasang lampu indikator ion Co pada alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).
 3. Mengambil sampel yang telah di rendam sebelumnya.
 4. Larutan hasil perendaman di tempatkan pada tabung uji sampel yang ada pada alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

5. Memulai pengujian dengan pengoperasian alat melalui komputer yang telah terkoneksi pada alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).
6. Larutan hasil perendaman akan otomatis dijernihkan untuk memudahkan deteksi ion Co.
7. Melakukan perhitungan kadar ion Co dalam larutan uji dengan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).
8. Data hasil perhitungan akan keluar dari komputer.
9. Melakukan pengumpulan dan tabulasi data hasil perhitungan dengan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).



Gambar 3.2 Alat *Atomic Absorption Spectrophotometry*

b. Pengujian Kadar Ion Co dalam Logam CoCr

Untuk menentukan komposisi ion *logam* sampel setelah perendaman menggunakan alat *X-Ray Fluorescence* (XRF). Langkah-langkahnya adalah (Wirawan *et al*, 2007) :

1. Menyiapkan sampel logam setelah perendaman selama 48 jam dan 168 jam.
2. Nyalakan alat dengan menekan tombol *power*, selanjutnya tunggu beberapa saat hingga selesai proses inialisasi atau proses awal.

3. Buka penutup alat (tempat sampel). Kemudian sampel logam di masukkan dalam wadah khusus alat *X-Ray Fluorescence* (XRF) yaitu, *holder*.
4. Selanjutnya dilakukan pembacaan sampel dengan pilih *software* dan klik 2 kali.
5. Klik progres untuk melihat lama pengukuran.
6. Kemudian hasil bisa langsung di cetak.



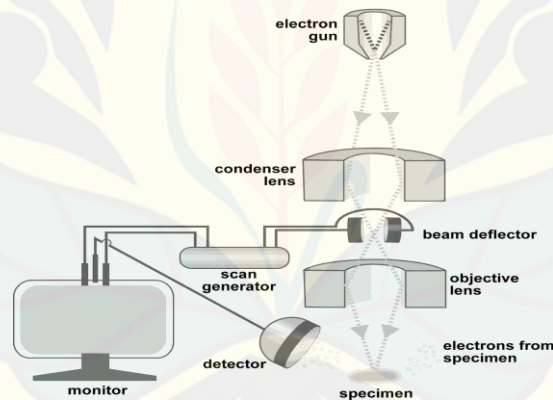
Gambar 3.3 Gambar XRF tipe MiniPal 4

c. Pengujian Struktur Mikro Permukaan Logam CoCr

Untuk melihat struktur mikro permukaan logam CoCr pada saat sebelum dan setelah perendaman menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Langkah-langkahnya adalah :

1. Disiapkan sampel yang akan dianalisis.
2. Dinyalakan Uninterruptible power supply (UPS), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dan *Personal Computer* dari *Scanning Electron Microscopy* (SEM).
3. Diletakkan sampel yang telah disiapkan di atas *holder*, kemudian diukur ketinggiannya.
4. Dimasukkan sampel pada *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

5. Diarahkan penutup SEM masuk secara perlahan dan dipastikan sampel tidak menyentuh logam pembatas, kemudian penutup *Scanning Electron Microscopy* (SEM) tersebut ditutup.
6. Diatur kontras, fokus dan perbesaran yang diinginkan.
7. Dipilih bagian sampel yang akan disinari oleh berkas elektron dan akan diambil gambar pada beberapa perbesaran.
8. Diambil gambar dalam bentuk SE (*Secondary Electron*) untuk dianalisis morfologi, dan BSE (*Back Scattered Electron*) untuk dianalisis material sampel pellet melalui perbedaan gelap dan terang. Terang artinya memiliki berat molekul tinggi sedangkan gelap artinya memiliki berat molekul ringan.
9. Kemudian gambar di simpan (di *capture*).



Gambar 3.4 Gambar prinsip kerja SEM (Heide Schatten, 2012)

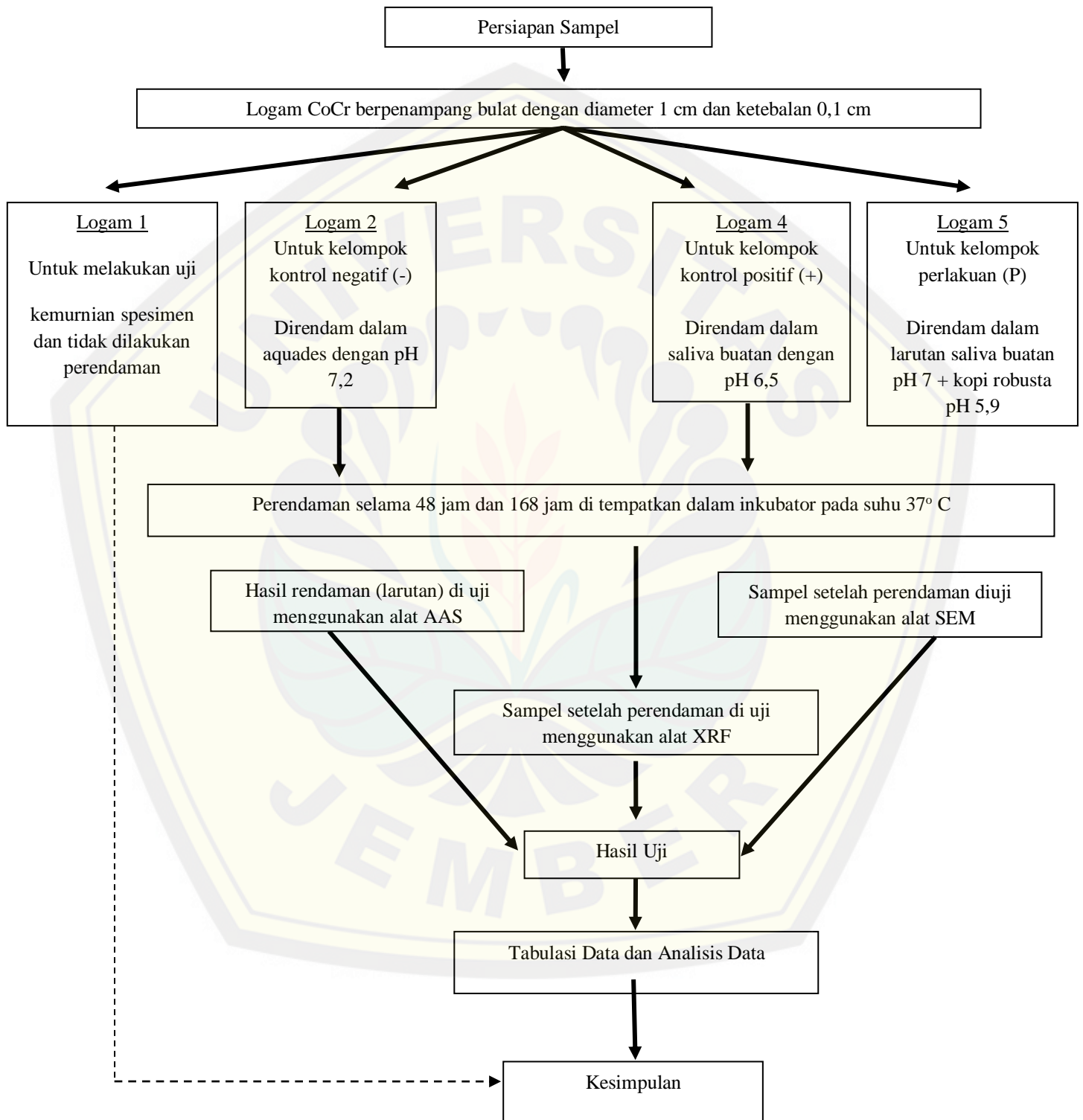
3.8 Analisis Data

Uji normalitas data hasil penelitian menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov Test*, uji homogenitas data menggunakan uji *Levene Test*, dan uji statistik menggunakan uji *Two Way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji *Least Significant Difference (LSD)* (*ANOVA* parametrik), dengan menggunakan program statistik *GraphPad Prism Software* versi 8.0 (San Diego, CA, USA).

$P \leq 0.05$ diperhitungkan secara statistik signifikan. Data yang disajikan merupakan *mean* \pm SD.



3.9 Alur Penelitian



Keterangan bagan :

→ : Efek Perlakuan

---→ : Hasil uji merupakan data *pretest*



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat pelepasan ion kobalt dari logam CoCr yang direndam dalam kopi robusta murni dan campuran kopi robusta dan saliva buatan. Tetapi, jumlah ion kobalt yang terlepas masih lebih rendah dibandingkan logam CoCr yang direndam saliva buatan.
2. Terjadi perubahan stuktur mikro dengan adanya oksidasi terbanyak ditemukan pada logam CoCr yang direndam menggunakan kopi robusta dan campuran kopi robusta dan saliva buatan.
3. Pelepasan ion kobalt dan perubahan struktur mikro dari logam CoCr dapat dipengaruhi banyak faktor, bukan hanya dari kondisi larutan perendam (pH), tetapi juga jenis bahan perendam, kandungan senyawa larutan dan penatalaksanaan pada saat proses *casting*.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jumlah pelepasan ion kobalt pada logam CoCr dengan variasi waktu lebih banyak untuk mengetahui waktu puncak pelepasan ion kobalt.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai sifat dan kekuatan mekanik setelah ion kobalt terlepas.
3. Perlu dilakukan kontrol mutu logam ketika dilakukan *casting* agar dapat dibandingkan kadar ion yang terlepas pada saat sebelum dan sesudah perendaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, S., Salam, R., Bandriyana., Dimyanti, A. 2015. Studi *Scanning Elektron Microscopy* (SEM) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir*. 9(2): 44-50.
- Ahmad I. 2012. *Proshodontic at a Glance*. 1st ed. London: Blackwell Publishing Ltd.
- Al Jabari, Youssef. 2014. Phsyco Mecanical Properties and Proshodontic Application of CoCr Dental Alloy: A review of the literatur. Department of Prosthetic Dental Sciences. College of Dentistry. King Saud University. Saudi Arabia. *The Journal of Advanced Proshodontics*. 6(2): 138-145.
- Anusavice, K. 2013. *Phillips Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi* (terj.). 10th ed. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- ASTM International. 2004. *Standart Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metal*. United States: West Conshohocken, PA 19428-2959. 1-8.
- Behl, B., I. Papageorgiou, C., Browna, R., Hall, J. L., Tipper, J. Fisher, dan E. Ingham. 2013. Biological Effects of Cobalt-Chromium Nanoparticles and Ions on Dural Fibroblasts and Dural Epithelial Cells. *Biomaterial*. 34(14): 3547-58.
- Bramandita, A. 2009. *Pengendapan Kromium heksavalen (Cr⁺⁶) dalam limbah Industri Tekstil*. Fakultas MIPA. Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat.
- Cahyana, A., and Marzuki, A. 2014. Analisa SEM (*Scanning Electron Microscope*) Pada Kaca TZN Yang Dikristalkan Sebagian. *Prosiding Mathematics and Sciences Forum 2014*: 23–26.
- Chaturvedi, Thakur Prasad & Dubey, Ram Sagar. 2012. Corrosion Behavior of Titanium Wires: An in vitro Study. *Indian Journal of Dental Research*. 23(4): 479-483.

Cardarelli, F. 2008. *Materials Handbook: A Concise Desktop Reference*. New York, USA: Springer Science and Business Media. h. 97.

Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2018. *Laporan Riset Kesehatan Dasar Nasional 2018*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.

Desintya Dewi. 2012. *Sehat dengan Secangkir Kopi*. Surabaya: Stomata. hal. 6-7, 9-19, 21, 52-54, 75.

Dharma, Mohammad. 2016. *Gigi Tiruan Implan dan Overdenture*. Makassar: CV Menara Intan.

Farah, Adriana. 2012. *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention*. First Edition. John Willey & Sons, Inc and Institute of Food Technologists (USA) : Wiley-Blackwell Publishing Ltd.

Fatimah, S., Soekarsono, dan P. Iman. 2013. Pelepasan Ion Nikel Pada Braket *Stainless Steel* Baru dan Daur Ulang dalam Saliva Buatan. *Jurnal Kedokteran Gigi*. 4(4): 283-289.

Fuyong C., Guang Ling S., Andrej, A. 2016. *Corrosion and Passivation of Magnesium Alloys*. 1st ed. PR China: 422 S. Siming Rd., Xiamen 351005.

Gerritsen, A. E., P. Finbarr A., Dick J. W., Ewald M. B., Nico H. J. C. 2010. Tooth Loss and Oral Health-Related Quality of Life: *A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Health and Quality of Life Outcomes*: 8:126.

Gunadi, A. G., 2012, Margo, A., Burhan, L. K., Suryatenggara, F., Setiabudi, I., *Buku Ajar Ilmu Geligi Tiruan Sebagian Lepas* .Jilid 1. Jakarta. Hipokrates. hal. 215,218.

Hasyim, H. S., Devi L. S., Sumono, A. 2017. Pengaruh Perendaman Kawat Nikel-Titanium Termal Ortodonti dalam Minuman Teh Kemasan terhadap Gaya Defleksi Kawat. *Jurnal Pustaka Kesehatan*. 5(2): 346-351.

Hayakawa, I. 2011. *Principles and Practice of Complete Dentures*. Quintessence Pub. Co. Tokyo.

Heide, S. 2012. *The Role of scanning Electron Microscopy in Cell and Molecular Biology*. Cambridge University Press: University of Missouri Columbia.

I Wayan Aditya., K. A. Nociantri., N. L. Ayu Yusanitri. 2015. *Kajian Kafein Kopi Bubuk, Nilai pH, dan karakteristik Aroma dan Rasa Seduhan Kopi Jantan dan Betina Jenis Arabika dan Robusta*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana. Denpasar.

Jakfar, S., Andriany, P., Irawan, B., & Triaminingsih, S. 2010. Pengaruh konsentrasi fluor dan pH pasta gigi terhadap pelepasan ion logam dari permukaan logam paduan. *Dentika Dental Journal*, 15(2), 130-134.

Jantzen, C., Jorgensen, H. L., Duus, B. R., Sparring, S. L., Lauritzen, J. B. 2013. Chromium and cobalt ion concentrations in blood and serum following various types of metalonmetal hip arthroplasties: a literature overview. *Acta Orthop*. 84 (3): 229-36.

Jaykaran, C., Tamoghna Biswas. 2013. How to Calculate Sample Size for Different Study Design in Medical Research?. *Indian Journal of Physiological Medicine*. 35(2): 121-126.

Khamaisy, S., Yoram, A.W., Ori Safran., Meir, L., Rami, M., Amal, K. 2010. *Outcome of Dorsally Comminuted Versus Intact Distal Radial Fracture Fixed with Volar Locking Plates*. Department of Orthopaedics, Hadassah Hebrew University Medical Center, Jerusalem, Israel.

Kementerian Perindustrian. 2013. *Produksi Kopi Nusantara Ketiga Terbesar di Dunia*. Jakarta: Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Kementerian Pertanian. 2016. *Statistik Pertanian 2016*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

- Kristianingrum, S. 2012. Kajian Berbagai Proses Destruksi Sampel dan Efeknya. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, FMIPA UNY* : 195-202.
- Kuhta, M., Pavlin, D., Slaj, M., Varga, S., Varga, M. L. 2009. Type of Archwire and Level of Acidity: Effect on the Release of Metal Ion from Orthodontic Appliances, *Angel Orthod.* 5(5): 22-28.
- Kurniawati, Maya., Chusida, Annisaa, Surmayono., Bambang. 2010. Penurunan Kapasitas dan Aktivitas Antioksidan Saliva Akibat Merokok. *Oral Biology Dental Journal.* 2(2): 1-6.
- Lavinia, A., Lucien Reclaru., Cristina-Maria Bortun., Laura-Cristina, R. 2016. Investigations on Dental Alloys Using Metallographic Observation, Scanning Electron Microscopy, and Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy. *Micro and Nanotechnologies for Biotechnology.* 6(1): 123-143.
- Ludiana, Yona dan Handayani, Sri. 2012. “Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Teh (Camelia Sinensis) Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Schedule 40 Grade B ERW”. Universitas Andalas: *Jurnal Fisika Unand.* 1(1): 12-18
- Manivasagam, G., D. Dhinasekaran, dan A. Rajamanickam. 2010. Biomedical Implants: Corrosion and its Prevention. *Recent Patents on Corrosion Science.* 2: 40-54.
- Mendoza. 2012. *Fixed prosthodontics.* 7th Ed. North Kimberly Drive: Quintessence Publishing Co, Inc; Pp. 16.
- Mikulewicz, M., Chojnacka, K., Wolowiec, P. 2013. Release of metal ions from fixed orthodontic appliance an in vitro study in continuous flow system. *Angle Orthod.* 84(1): 140-8.
- Munasir,. Triwikantoro,. Zainuri, M., Darminto. 2012. Uji XRD dan XRF pada Bahan Mineral (Pasir dan Batuan) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCo₃ dan SiO₂). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya.* 2(1): 20-29.

- Notoatmodjo, S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Novita, L., Aritonang, B. 2017. Penetapan Kadar Kafein pada Minuman Bernergi Sediaan Sachet yang Beredar di Sekitar Pasar Petisah Medan. *Jurnal Kimia Sainstek dan Pendidikan*. 1(1): 37-42.
- Ozkan. 2012. *Attachment and their use in Removable Partial Denture*. Available from: <http://www.dentumich.edu/license/>. University of Michigan. Diakses: 10 April 2019.
- Powers, J. M., Sakaguchi, R. L. 2012. *Craig's Restorative and Dental Materials*. 13th edition. St. louis: Mosby Elsevier. Pp. 119-120.
- Prasetyo, A. 2010. Pengaruh Variasi Kandungan Silikon terhadap Korosi Paduan Kobalt (ASTM F 75) Hasil Metalurgi Serbuk dalam Larutan Artificial Blood Plasma dengan Teknik Polarisasi Potensiodinamik dan Teknik Exposure. *Tesis*, Jakarta: Universitas Indonesia.
- Prasetyo, Y. 2011. Scanning Electron Microscope dan Optical Emission Spectroscopy. <http://yudiprasetyo53.wordpress.com/2011/11/07/scanningelectron-microscope-sem-dan-optical-emission-spectroscopy-oes/> Tanggal akses 19 April 2019.
- Rahardjo, P. 2017. *Berkebun Kopi*. Penebar Swadya: Jakarta.
- Rachmawati, D., Bontkes, H. J., Verstege, M. I., Muris, J., Blomberg, B. Mary E. von., Scheper, R. J dan W, I. M. 2013. Transition metal sensing by Tolllike receptor-4: next to nickel, cobalt and palladium are potent human dendritic cell stimulators. *Contact Dermatitis*. VU University Medical Centre: Amsterdam.
- Randal G. Ross., Sharon, Hunter., Lizbeth McCarthy. Julie, Beuler., Amanda., K, Hutchison., Brandie, Wagner., Sherry, Leonard., Karen, Stevens., Robert Freedman. 2013. Perinatal Choline Effects on Neonatal Pathophysiology

Related to Later Schizophrenia Risk. Department of Psychiatry, Obstetrics and Gynecology, University of Colorado Denver, Aurora, USA.

Sari, N. K. 2010. *Analisa Instrumentasi*. Cetakan Pertama. Klaten: Yayasan Humaniora.

Schmalz, G. 2009. Resin-based composites in Biocompatibility of dental materials. Germany: Springer: 102-4, 119-20.

Setiabudi, A. 2012. Kimia Material dan Aplikasinya untuk Katalis, Konvensi, Biomassa dan proses lainnya (*position papper*). Universitas Pendidikan Indonesia.

Setyadi, D. A. 2011. *Analisis Pengaruh Faktor Hilangnya Gigi Menggunakan Metode Regresi Logistik Berbasis Komputer*. Jakarta: Universitas Bina Nusantara.

Silaen, D. A. 2015. Pengaruh pH Saliva Terhadap Pelepasan Ion Nikel Pada Beberapa Jenis Braket Stainless Steel dalam Saliva Buatan (In Vitro). *Tesis*. Medan. FKG USU.

Slamet, S., Suyitno. 2017. Pengaruh Komposisi dan Temperatur Ruang Terhadap Fluiditas Paduan Perunggu Timah Melalui *Investment Casting*. Prosiding SNATIF Ke-4 tahun 2017. Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus: 655-660.

Srivinas K. K., A. Naveen Reddy., C. M. Manjith. 2012. Comparison of Metan Ion Release from Different Bracket Archwire Combinations: An *in vitro* study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 13(3): 376-381.

Sulistioso, G. S., Purwanto, S., Deswita dan Handayani, A. 2013. Pengaruh Inhibitor Kafeina pada Laju Korosi dan Struktur Mikro Baja Karbon KS 01 dan AISI 1045 dalam Media Air Laut. BATAN. Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN).

Suyanta. 2013. *Redoks dan Elektrokimia*. Yogyakarta: Universitas Negri Yogyakarta.

The academy of Prosthodontics. 2017. The Glossary of Prosthodontic Terms. The *Journal Prosthetic Dentistry*.

Wagner. 2012. *Mahkota dan jembatan* (crown and bridge prosthodontics: an illustrated handbook). Alih bahasa: Djaya A. Editor; Juwono L. Jakarta: Hipokrates.

Y. Liu., Songquan Wu., Yiliang Gan., Junlei Li., Chaoqian Zhao., Dongxian Zhuo., Jinxin Lin. 2015. Investigation on the microstructure, mechanical property and corrosion behavior of the selective laser melted CoCrW alloy for dental application. *Material Science and Engineering C*. 49(2015): 517-525.

Zarb, GA., Hobkirk, JA., Eckert, SE., Jacob, RF. 2012. *Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients : Complete Denture and Implant Supported Prosthesis*. 13th. Elsevier, Singapore.

LAMPIRAN**A. Perhitungan Jumlah Sampel Penelitian**

Jaykaran *et al* (2013) dalam *Indian Journal of Psychological Medicine* menyatakan rumus besar sampel dalam penelitian adalah sebagai berikut:

$$\text{Besar sampel} = Z_{1-\alpha/2}^2 SD^2 / d^2$$

Keterangan:

$Z_{1-\alpha/2}$ = nilai pada tingkat kesalahan tertentu (α); jika $\alpha = 0,05$ maka nilai $Z = 1,96$

SD = standart deviasi variabel, nilai standart deviasi dapat diambil dari penelitian sebelumnya

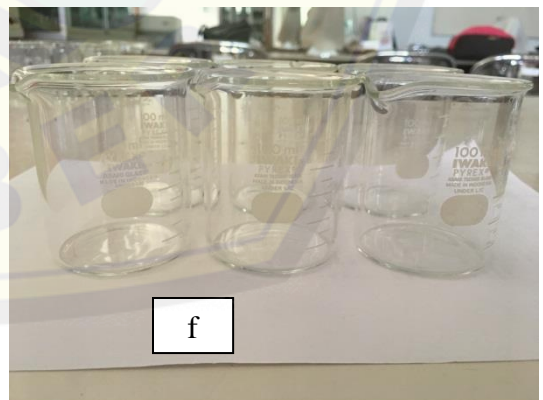
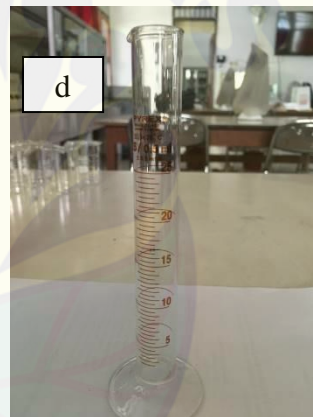
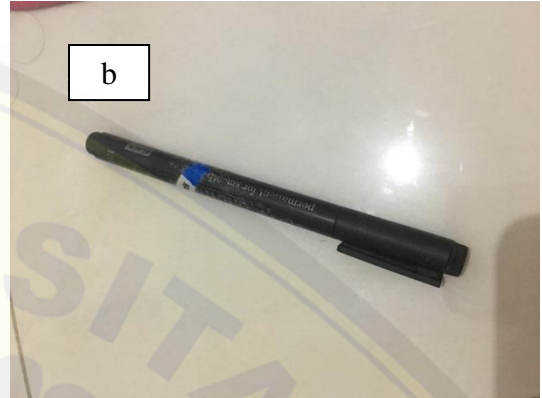
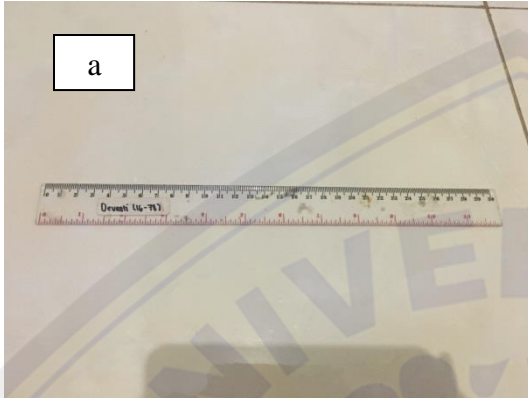
d = error abosolut

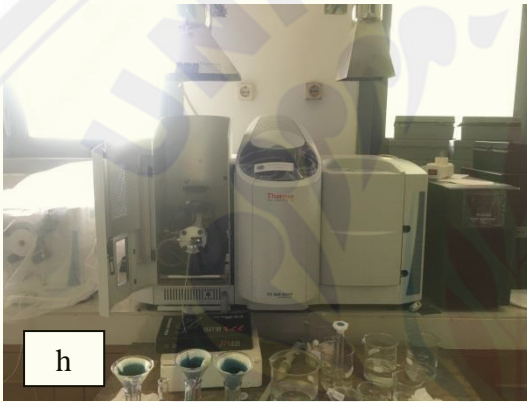
Maka dapat rumus akan menjadi:

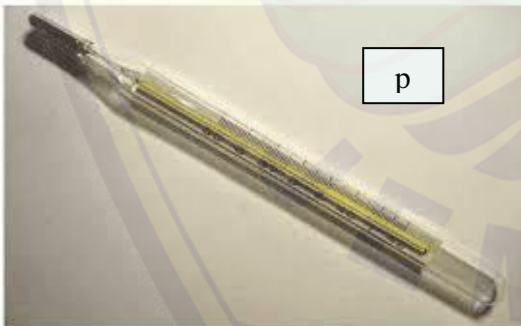
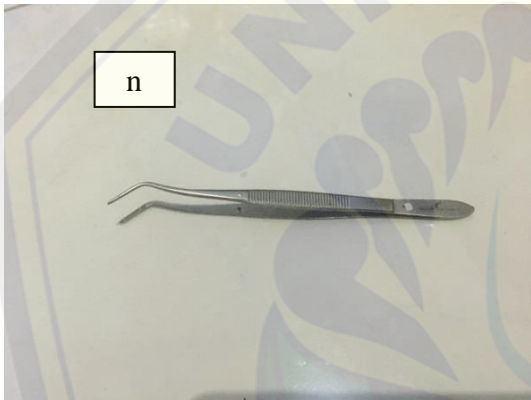
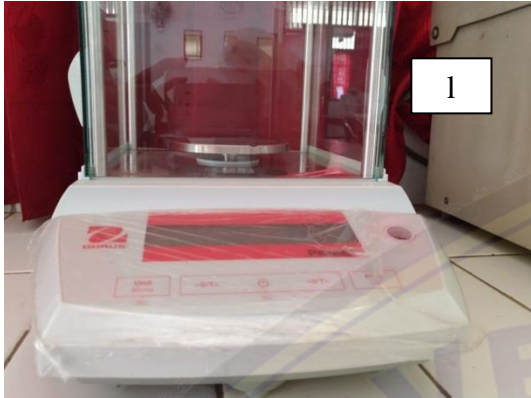
$$\text{Besar sampel} = 1,96^2 \times 4^2 / 5^2 = 3,8416 \times 16 / 25 = 2,4 \text{ dibulatkan menjadi } 2$$

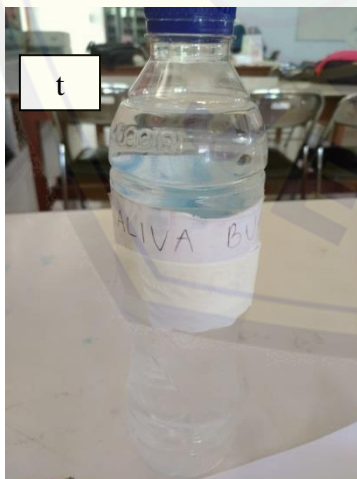
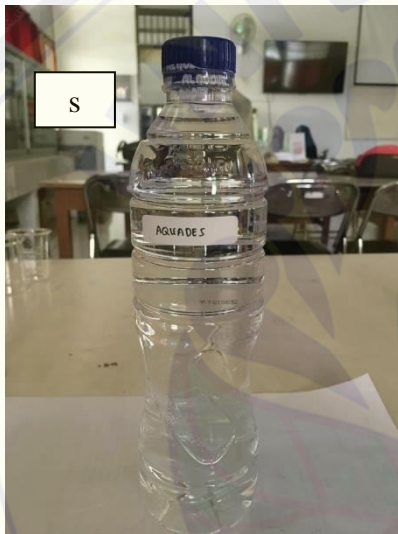
Maka besar sampel minimal yang diperlukan adalah 2 sampel tiap kelompok.

B. Alat dan Bahan Penelitian



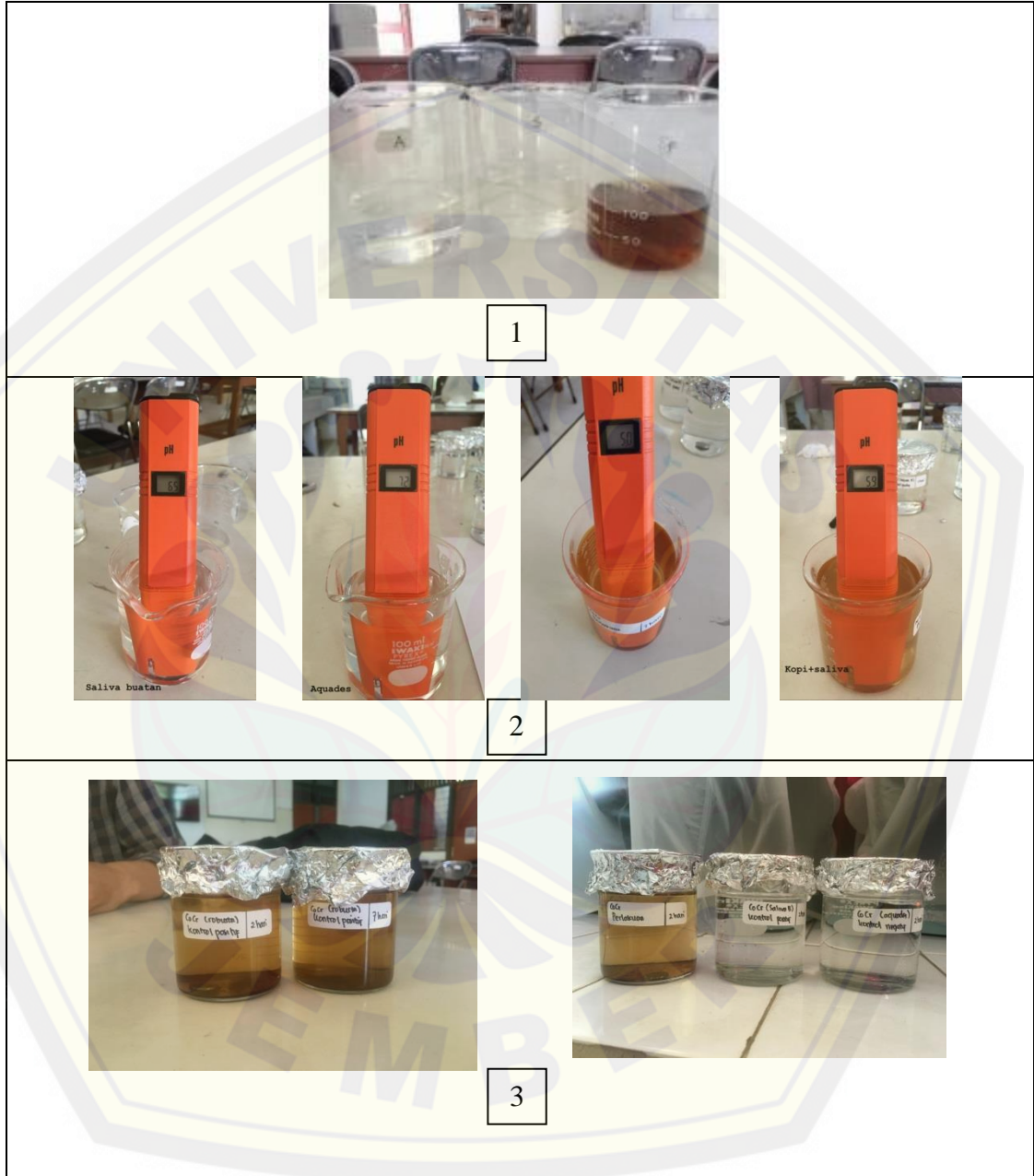




**Keterangan:**

- (a) Penggaris (Butterfly, China)
- (b) Spidol (Artline, Jepang)
- (c) Inkubator (Binder, USA)
- (d) Gelas ukur (Pyrex, Indonesia)
- (e) pH meter digital (pH Aqua-pal, UK)
- (f) *Beaker glass* (Pyrex, Indonesia)
- (g) *X-Ray Fluorescence/XRF* (MiniPal 4 PANalitycal)
- (h) *Atomic Absorption Spectrophotometry/AAS* (ZEEnit 700 Analitik Jena, Jerman)
- (i) *Scanning Electron Microscopy/SEM* (TM 3000)
- (j) *Aluminium Foil* (KlinPak)
- (k) Kaca Pengaduk (Mico, USA)
- (l) Neraca Analitik (Radwag AS220 R22, Swedia)
- (m) Kompor gas (Sanken, Indonesia)
- (n) Teko
- (o) Pinset
- (p) Termometer air raksa (Lotus, Taiwan)
- (q) Kopi robusta (PTPN XII, Jember)
- (r) Logam CoCr (Vera Bond)
- (s) Aquades
- (t) Saliva Buatan (SMF, Surabaya)

C. Pelaksanaan Penelitian





4



5



6

Keterangan:

1. Persiapan larutan
2. Pengukuran pH larutan perendam (saliva buatan, kopi robusta, aquades, campuran kopi robusta dan saliva buatan)
3. Masukkan logam CoCr ke dalam larutan perendam kemudian ditutup menggunakan *aluminium foil*
4. Masukkan ke dalam inkubator selama 48 jam dan 168 jam dengan suhu 37°C
5. Dilakukan pengadukkan larutan perendam kopi robusta dan campuran saliva buatan dan kopi robusta
6. Setelah masa perendaman berakhir, pisahkan logam CoCr dengan larutan perendam untuk selanjutnya dilakukan uji *X-Ray Fluoresence (XRF)*, *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)*, *Scanning Electron Microscopy (SEM)*.

D. Volume Perendaman Sampel

Volume larutan perendaman yang digunakan sesuai dengan standart ASTM G31-72 (2004), yang menyatakan bahwa jumlah larutan yang menyebabkan korosi untuk setiap mm^2 luas permukaan adalah 0,2 ml.

$$\text{Volume larutan} = 0,2 \times \text{luas permukaan sampel}$$

Sampel berupa logam CoCr berpenampang bulat dengan diameter 1 cm dan ketebalan 0,1 cm, sehingga luas permukaan sampel adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Luas permukaan sampel} &= 2 \times \pi \times r \times (t+r) = 2 \times 3,14 \times 5\text{mm} \times (5\text{mm}+1\text{mm}) \\ &= 31,4 \times 6\text{mm} \\ &= 188,4 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka volume minimal} &= 0,2 \times 188,4 \text{ mm}^2 \\ &= 37,68 \text{ ml}\end{aligned}$$

Namun untuk memenuhi definisi standart operasional tentang volume minimal pada alat uji *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), larutan perendaman disesuaikan dengan alat tersebut menjadi 100 ml. Larutan perendaman yang digunakan adalah aquades, saliva buatan, kopi robusta, dan campuran kopi robusta dan saliva buatan dengan perbandingan 1:1.

E. Hasil Uji Kadar Ion Co

1. Sampel pretest

09-dec-2019 14:46:57

Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1706	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:59:05
Position	10

Compound	Si	P	Ca	Sc	Cr	Mn	Fe	Co	Br	Cs	W	Ir	Bi
Conc	0,6	0,8	0,49	0,06	25,7	0,90	0,73	68,5	0,40	0,23	0,60	0,3	0,71
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

10-dec-2019 08:07:24

Sample results

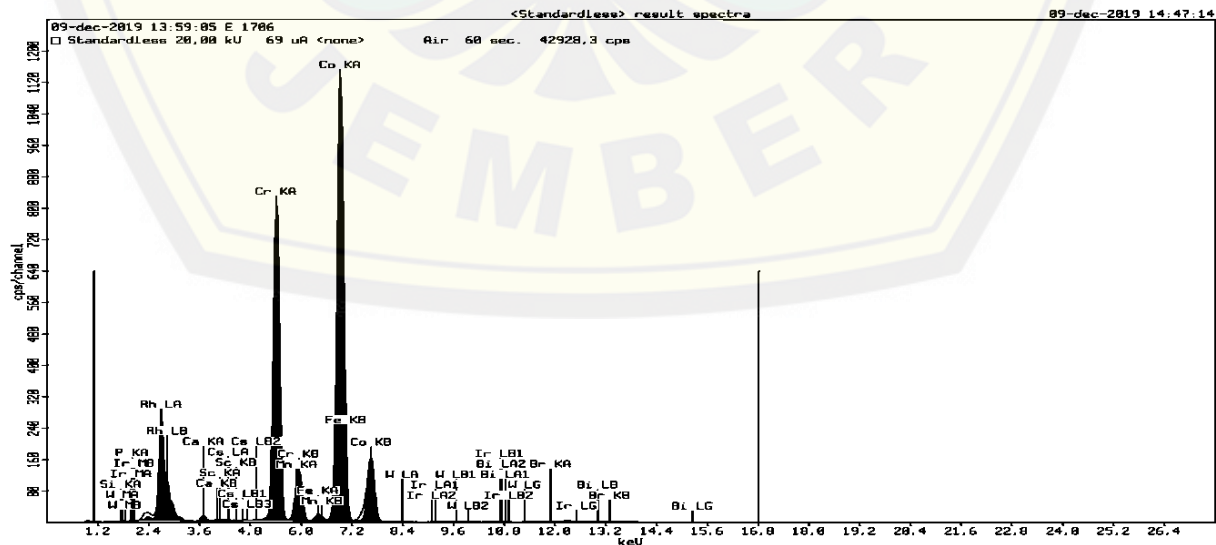
Page 1

Sample ident	
E 1706	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:59:05
Position	10

Compound	SiO2	P2O5	CaO	Sc2O3	Cr2O3	MnO	Fe2O3	Co3O4	Br	Cs2O	WO3	IrO2
Conc	1	1	0,54	0,07	27,9	0,64	0,82	65,8	0,28	0,19	0,57	0,2
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Compound	Bi2O3
Conc	0,61
Unit	%



2. Sampel kontrol positif kopi variasi waktu 48 jam

09-dec-2019 14:38:24

Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1694	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:29:44
Position	8

Compound	P	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	Br
Conc	2,7	1,5	25,6	0,85	0,83	67,9	0,21	0,46
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%

10-dec-2019 08:04:09

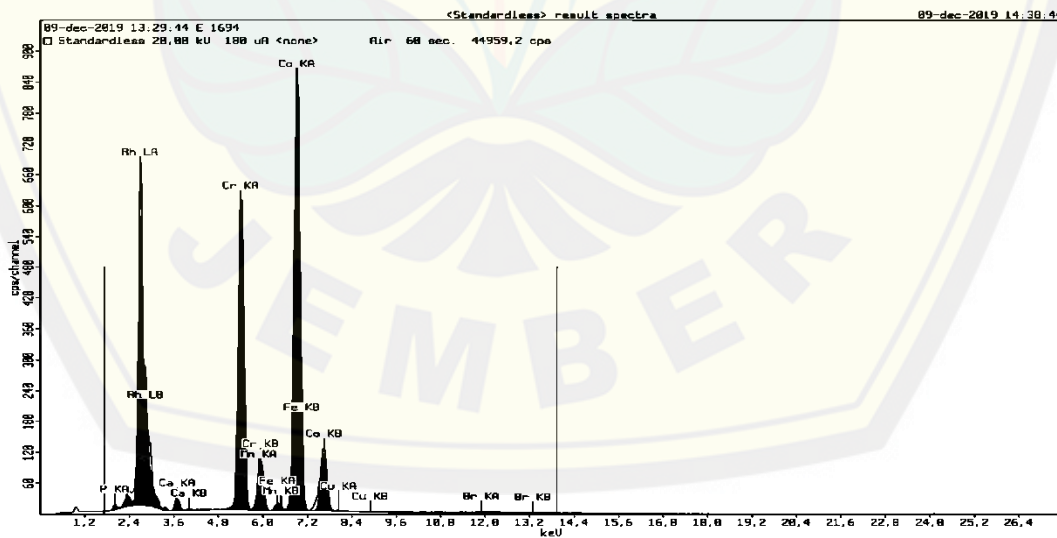
Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1694	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:29:44
Position	8

Compound	P2O5	CaO	Cr2O3	MnO	Fe2O3	Co3O4	CuO	Br
Conc	4,8	1,6	27,5	0,57	0,90	64,2	0,18	0,32
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%



3. Sampel kontrol positif kopi variasi waktu 48 jam

09-dec-2019 14:38:51

Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1695	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:31:40
Position	9

Compound	Si	P	Ca	Sc	Cr	Mn	Fe	Co	Bi
Conc	0,7	1,4	0,76	0,05	25,8	0,89	0,75	68,5	1,1
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%

10-dec-2019 08:04:28

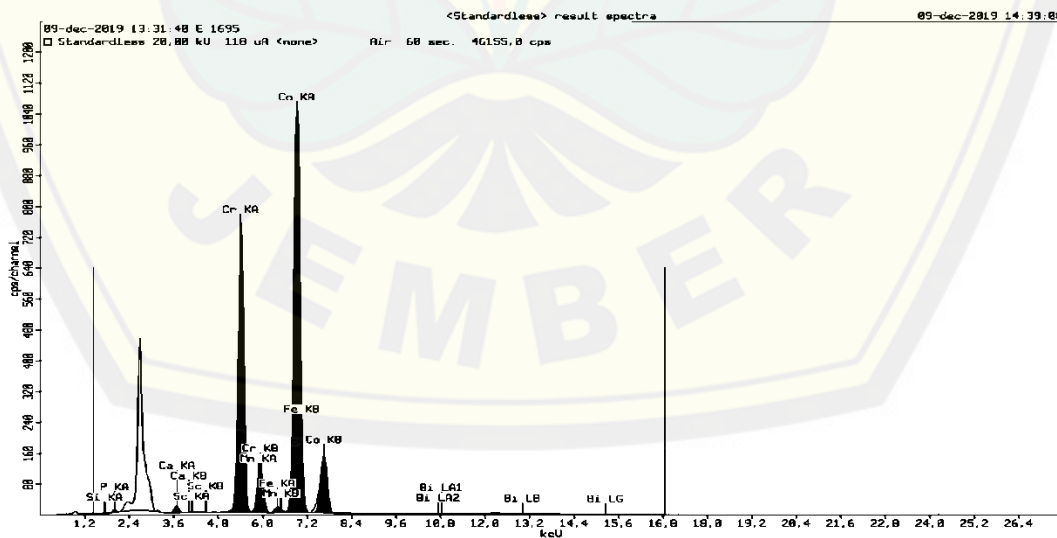
Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1695	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:31:40
Position	9

Compound	SiO2	P2O5	CaO	Sc2O3	Cr2O3	MnO	Fe2O3	Co3O4	Bi2O3
Conc	1	2,5	0,82	0,05	27,9	0,62	0,83	65,2	0,93
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%



4. Sampel kontrol positif saliva buatan variasi waktu 48 jam

09-dec-2019 14:39:42

Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1697	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:35:34
Position	11

Compound	P	Ca	Sc	Cr	Mn	Fe	Co
Conc	2,1	1,2	0,03	25,4	0,87	0,81	69,5
Unit	%	%	%	%	%	%	%

10-dec-2019 08:05:00

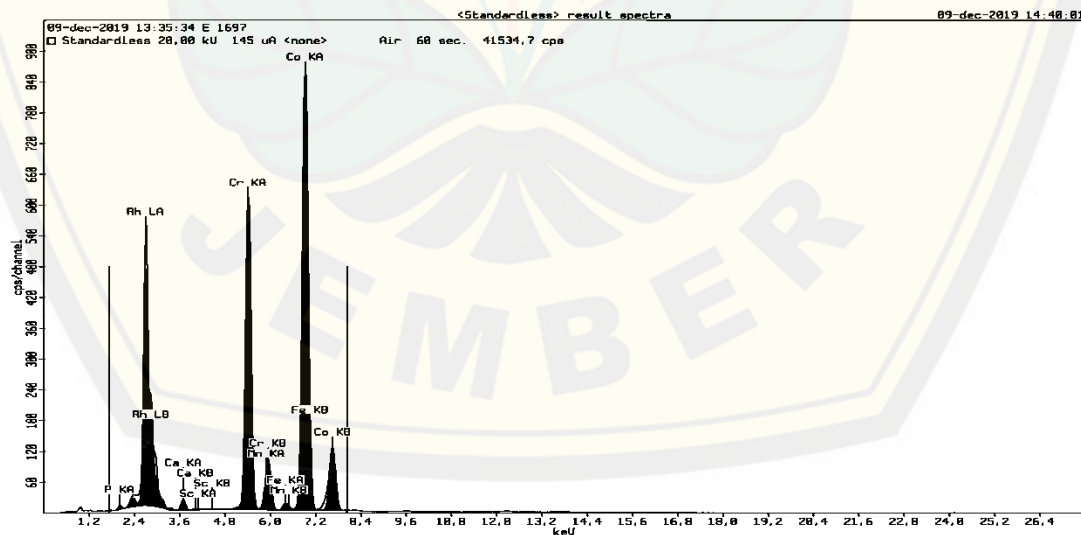
Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1697	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:35:34
Position	11

Compound	P2O5	CaO	Sc2O3	Cr2O3	MnO	Fe2O3	Co3O4
Conc	3,9	1,3	0,03	27,4	0,60	0,89	65,9
Unit	%	%	%	%	%	%	%



5. Sampel kontrol negatif aquades variasi waktu 48 jam

09-dec-2019 14:40:08

Sample results

Page 1

Sample id
E 1698

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:37:30
Position	12

Compound	P	Ca	Cr	Fe	Co	Au	Th
Conc	1,6	0,87	26,7	0,89	67,9	1,0	1,1
Unit	%	%	%	%	%	%	%

10-dec-2019 08:05:00

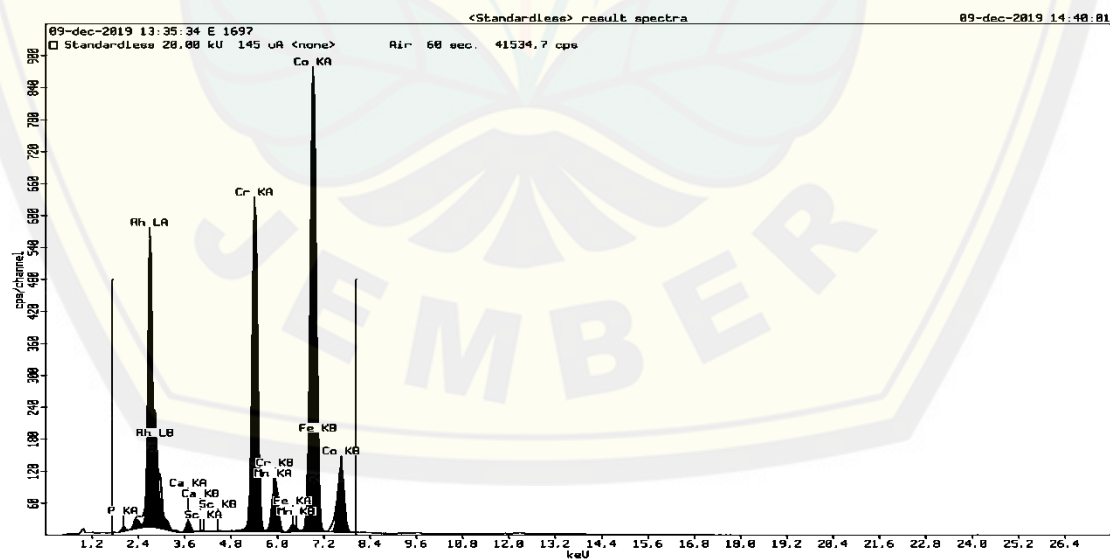
Sample results

Page 1

Sample id
E 1697

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:35:34
Position	11

Compound	P2O5	CaO	Sc2O3	Cr2O3	MnO	Fe2O3	Co3O4
Conc	3,9	1,3	0,03	27,4	0,60	0,89	65,9
Unit	%	%	%	%	%	%	%



6. Sampel perlakuan variasi waktu 48 jam

09-dec-2019 14:40:08

Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1698	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:37:30
Position	12

Compound	P	Ca	Cr	Fe	Co	Au	Th
Conc	1,6	0,87	26,7	0,89	67,9	1,0	1,1
Unit	%	%	%	%	%	%	%

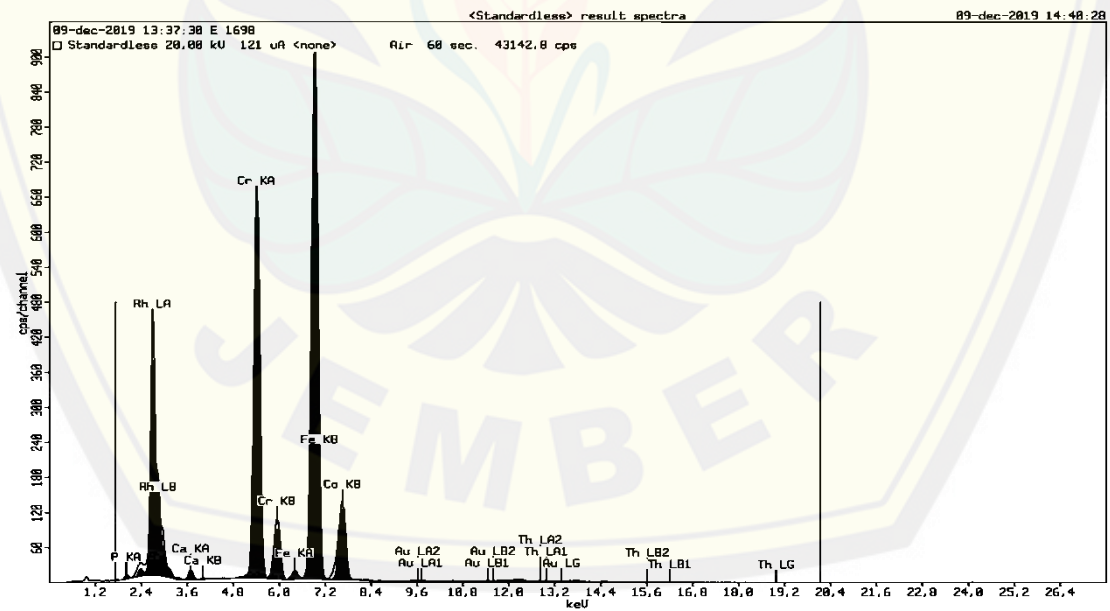
10-dec-2019 08:05:15

Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1698	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:37:30
Position	12



7. Sampel perlakuan variasi waktu 48 jam

09-dec-2019 14:43:28

Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1699	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:45:38
Position	3

Compound	Si	P	S	Ca	Sc	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	Ta	Ir	Bi
Conc	0,3	0,1	2,6	0,39	0,05	25,7	0,93	0,71	68,1	0,07	0,38	0,09	0,65
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

10-dec-2019 08:05:32

Sample results

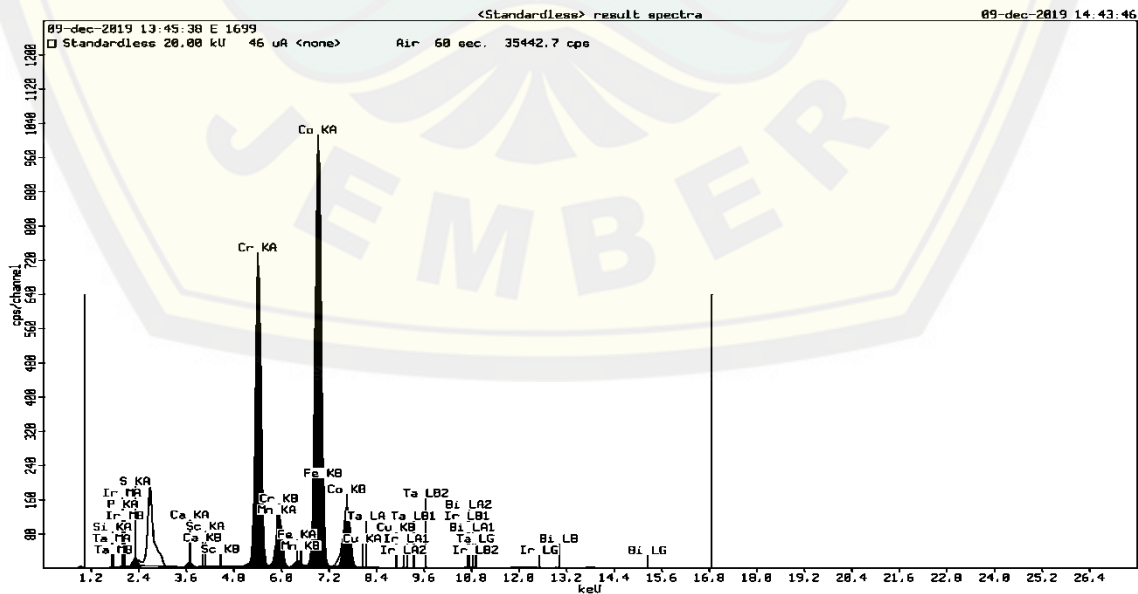
Page 1

Sample ident	
E 1699	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:45:38
Position	3

Compound	SiO2	P2O5	SO3	CaO	Sc2O3	Cr2O3	MnO	Fe2O3	Co3O4	CuO	Ta2O5	IrO2
Conc	0,4	0	5,0	0,41	0,06	27,5	0,66	0,78	64,1	0,05	0,37	0,04
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Compound	Bi2O3
Conc	0,54
Unit	%



8. Sampel kontrol positif kopi variasi waktu 168 jam

09-dec-2019 14:43:53

Sample results

Page 1

Sample ident	
E	1700

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:47:36
Position	4

Compound	Si	P	S	Ca	Sc	Cr	Mn	Fe	Co
Conc	0,5	0,64	2,4	0,35	0,064	25,5	0,88	0,72	68,8
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%

10-dec-2019 08:05:49

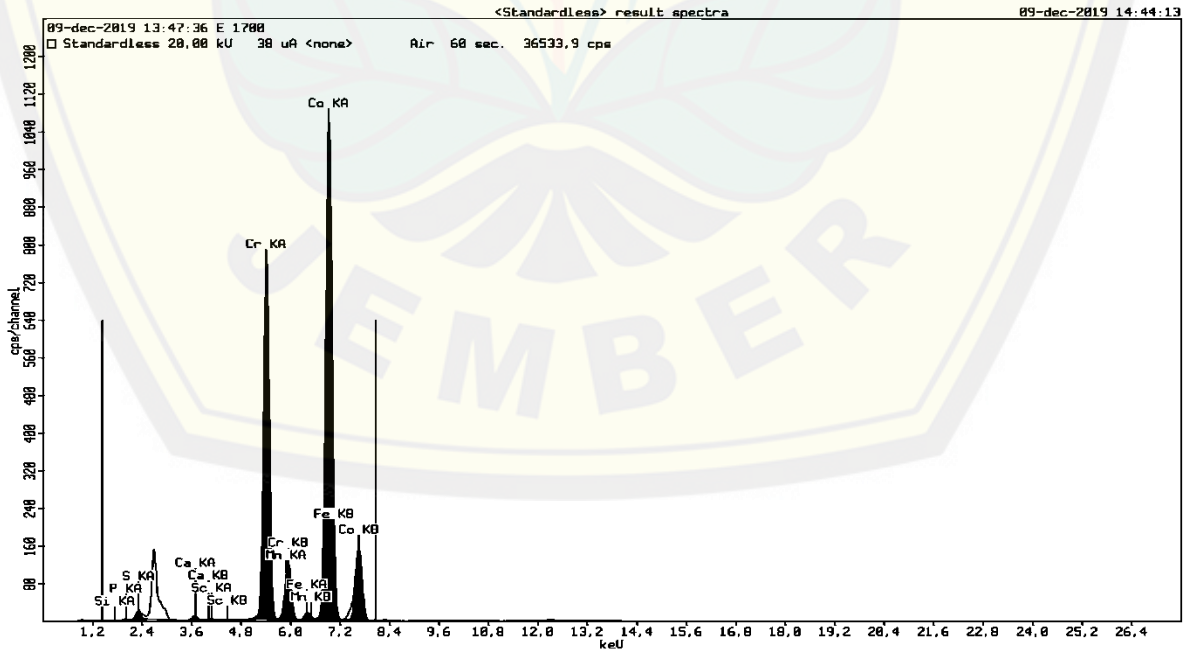
Sample results

Page 1

Sample ident	
E	1700

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:47:36
Position	4

Compound	SiO2	P2O5	SO3	CaO	Sc2O3	Cr2O3	MnO	Fe2O3	Co3O4
Conc	0,9	1,1	4,7	0,38	0,072	27,2	0,62	0,78	64,2
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%



9. Sampel kontrol positif kopi variasi waktu 168 jam

09-dec-2019 14:44:21

Sample results

Page 1

Sample ident	
E	1701

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:49:28
Position	5

Compound	P	S	Ca	Sc	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	Ir	Bi
Conc	0,7	2,1	0,43	0,075	25,8	0,90	0,71	68,1	0,12	0,3	0,74
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

10-dec-2019 08:06:05

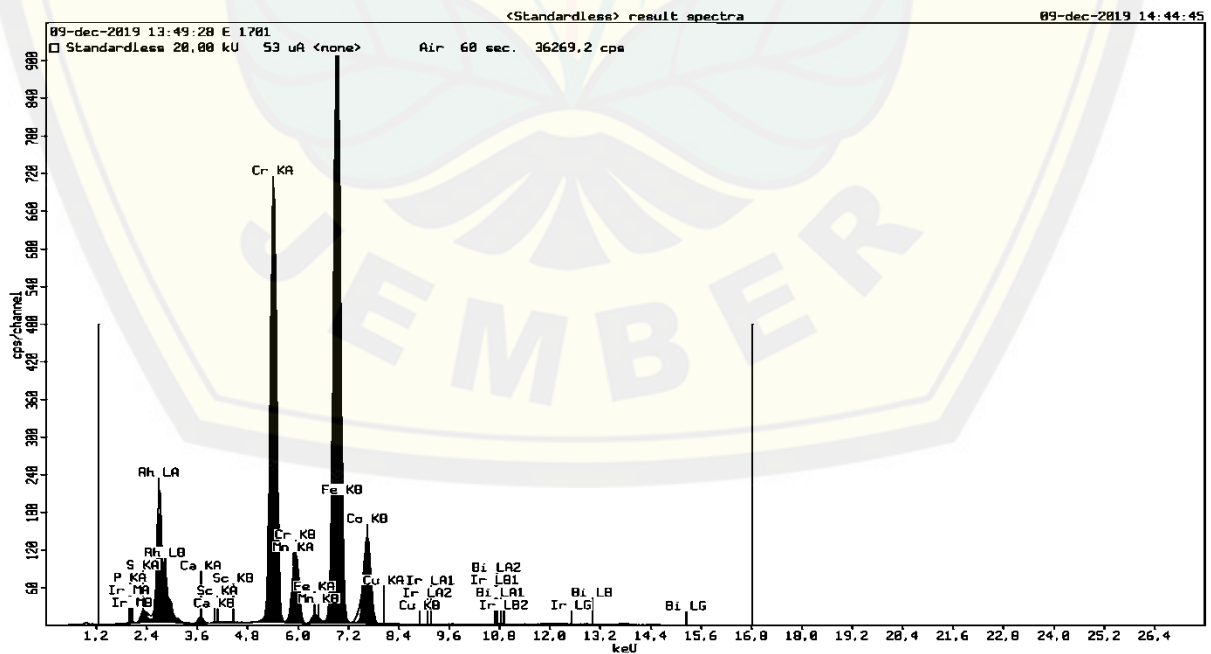
Sample results

Page 1

Sample ident	
E	1701

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:49:28
Position	5

Compound	P2O5	SO3	CaO	Sc2O3	Cr2O3	MnO	Fe2O3	Co3O4	CuO	IrO2	Bi2O3
Conc	1	4,2	0,46	0,084	27,6	0,63	0,79	64,0	0,097	0,2	0,62
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%



10. Sampel kontrol positif saliva buatan variasi waktu 168 jam

09-dec-2019 14:44:52

Sample results

Page 1

Sample ident	
E	1702

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:51:23
Position	6

Compound	Si	P	S	Ca	Cr	Mn	Fe	Co
Conc	1,4	0,81	2,6	0,41	25,3	0,92	0,73	67,9
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%

10-dec-2019 08:06:21

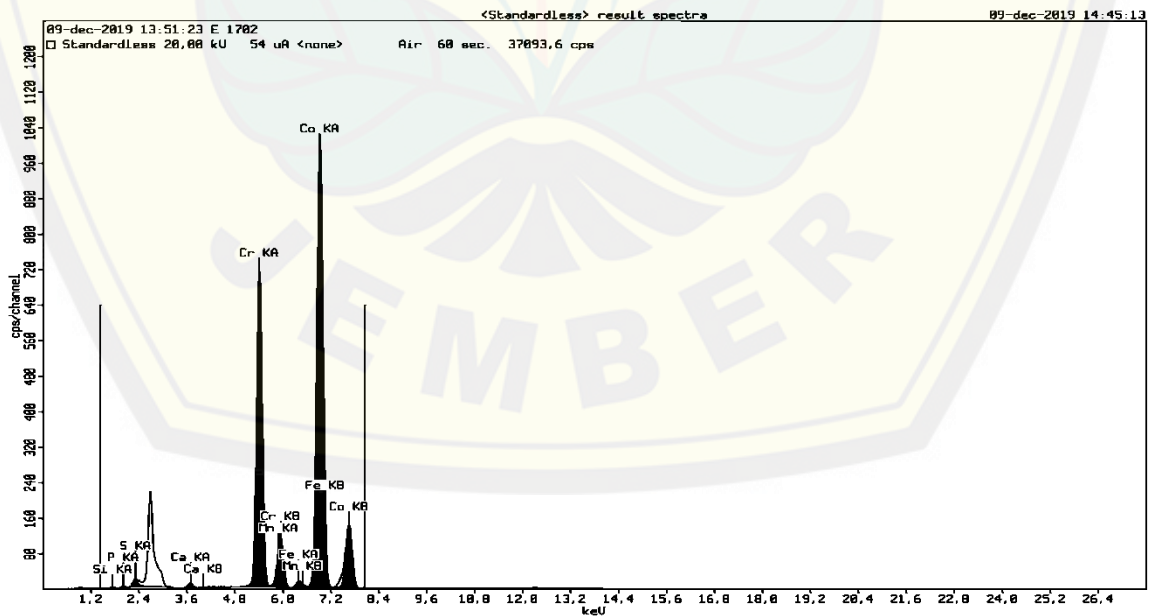
Sample results

Page 1

Sample ident	
E	1702

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:51:23
Position	6

Compound	SiO2	P2O5	SO3	CaO	Cr2O3	MnO	Fe2O3	Co3O4
Conc	2,3	1,4	5,1	0,44	26,7	0,64	0,79	62,7
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%



11. Sampel kontrol negatif aquades variasi waktu 168 jam

09-dec-2019 14:45:24

Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1703	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:53:14
Position	7

Compound	Si	P	S	Ca	Sc	Cr	Mn	Fe	Co	Br	Ir	Th
Conc	1,1	0,3	2,3	0,31	0,065	25,4	0,88	0,71	67,7	0,34	0,40	0,6
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

10-dec-2019 08:06:36

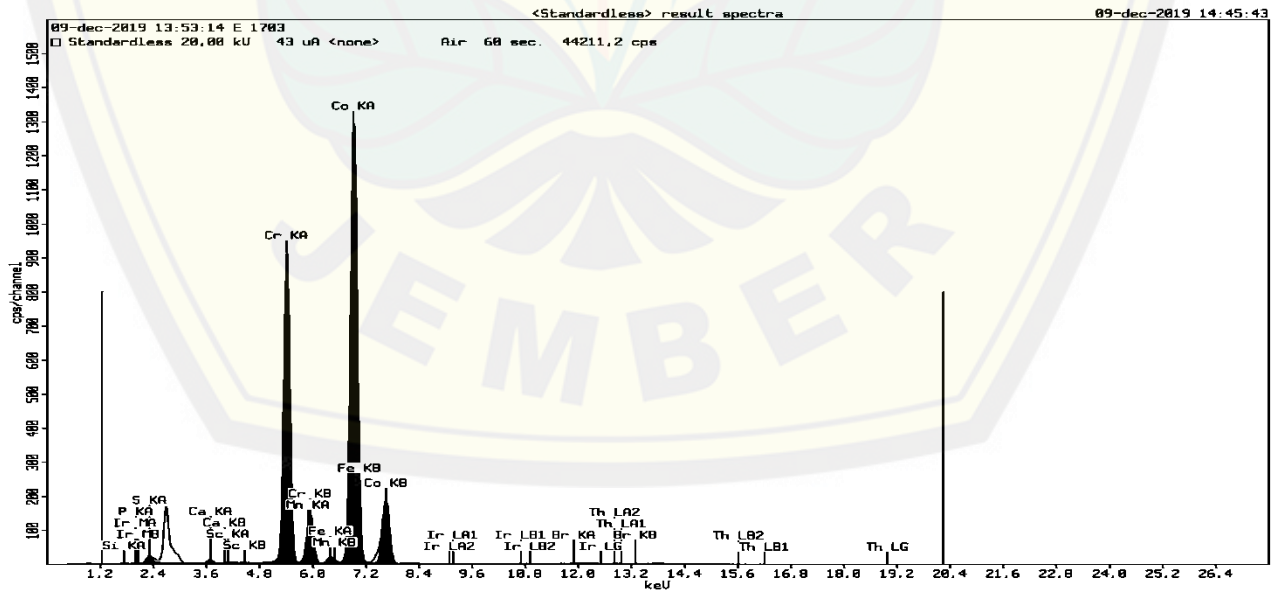
Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1703	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:53:14
Position	7

Compound	SiO2	P2O5	SO3	CaO	Sc2O3	Cr2O3	MnO	Fe2O3	Co3O4	Br	IrO2	ThO2
Conc	1,8	0,5	4,4	0,33	0,074	27,2	0,62	0,77	62,6	0,23	0,30	1,3
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%



12. Sampel Perlakuan variasi waktu 168 jam

09-dec-2019 14:45:54

Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1704	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:55:11
Position	8

Compound	Si	P	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ir	Bi	Th
Conc	1,8	0,2	0,44	25,7	0,94	0,73	68,6	0,3	0,82	0,5
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

10-dec-2019 08:06:50

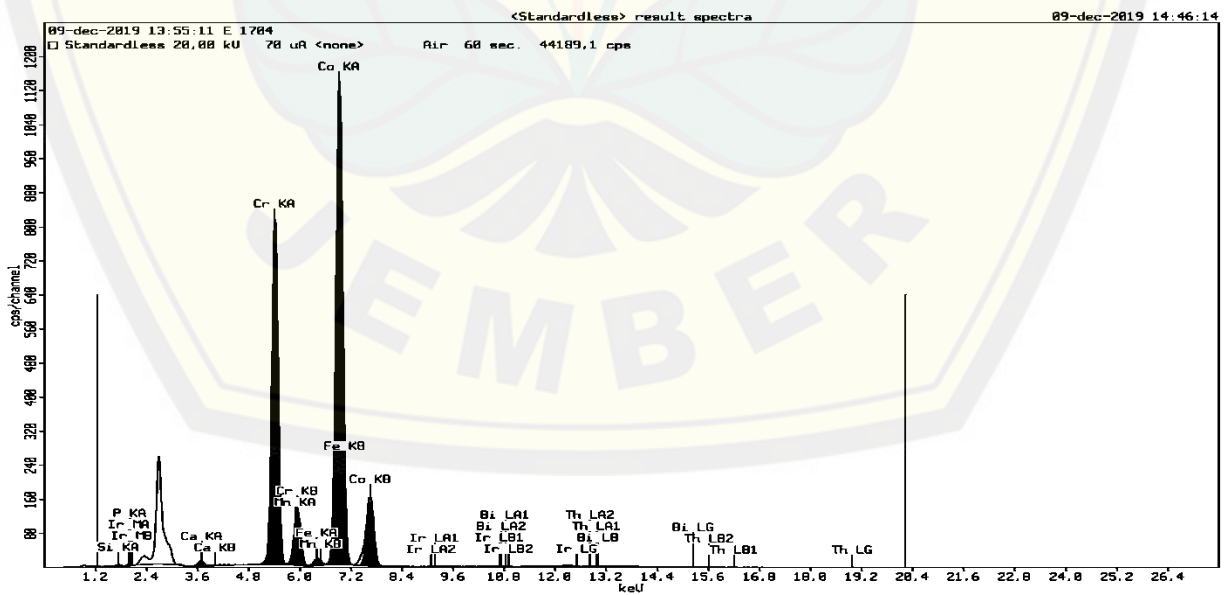
Sample results

Page 1

Sample ident	
E 1704	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:55:11
Position	8

Compound	SiO2	P2O5	CaO	Cr2O3	MnO	Fe2O3	Co3O4	IrO2	Bi2O3	ThO2
Conc	3,0	0,4	0,48	28,0	0,67	0,81	64,7	0,2	0,56	1
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%



13. Sampel Perlakuan variasi waktu 168 jam

09-dec-2019 14:46:28

Sample results

Page 1

Sample id	
E	1705

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:57:09
Position	9

Compound	Si	P	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	W	Au	Bi
Conc	1	0,85	0,45	25,9	0,98	0,72	68,0	0,37	0,55	1,0
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

10-dec-2019 08:07:07

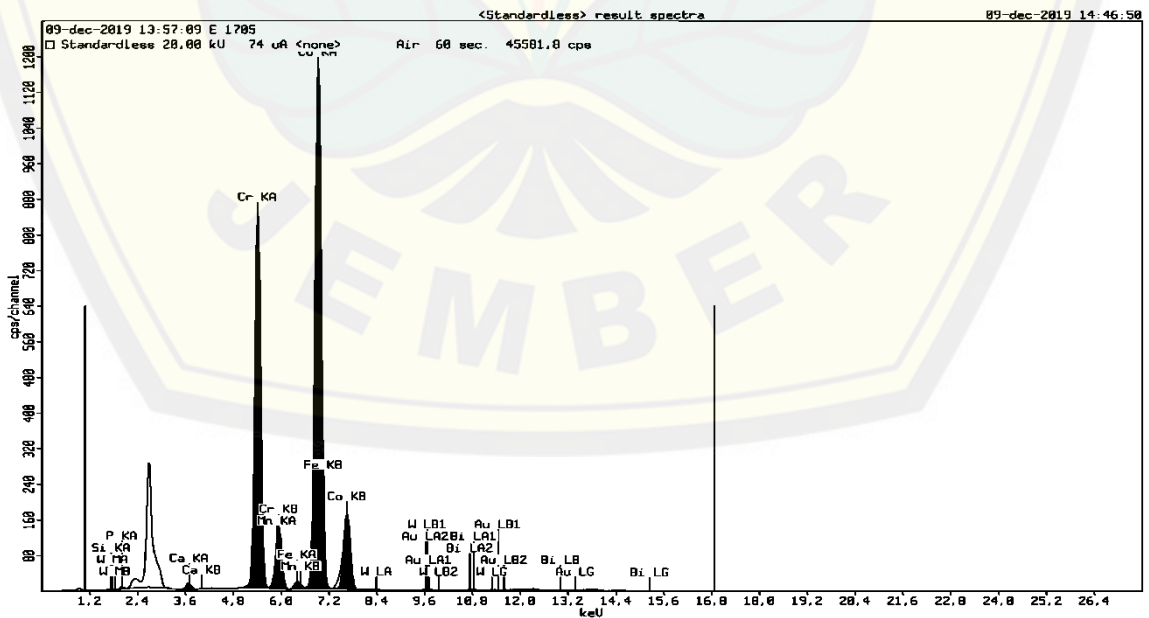
Sample results

Page 1

Sample id	
E	1705

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	09-dec-2019 13:57:09
Position	9

Compound	SiO2	P2O5	CaO	Cr2O3	MnO	Fe2O3	Co3O4	WO3	Au	Bi2O3
Conc	2,0	1,5	0,48	28,0	0,71	0,80	64,8	0,39	0,38	0,86
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%



F. Hasil Uji Pelepasan Ion Co

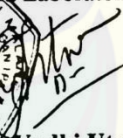

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM LABORATORIUM KIMIA Jalan Semarang 5, Malang 65145 Telepon: 0341- 562180 Laman: www.um.ac.id	FPO 5.10-1
	FORMULIR JUDUL LAPORAN HASIL PENGUJIAN	

Nomor : 113/UN.32.3.7.3/LT/2019
 Nama Pemilik : Ardin Tito F.
 NIM : 16161010073
 Alamat : Jl. Perum Taman Kampus blok C3 No. 8 Jember
 Jenis contoh : Cair
 Tanggal Terima Sampel : 11 Desember 2019
 Tanggal Uji Sampel : 17 Desember 2019
 Metode uji : AAS
 Hasil Pengujian : Kadar Kobalt (Co)

No	Kode Sampel	Konsentrasi (ppm)	Keterangan
		Co	
1	Co K Negatif 2 hari	0,0701	Semua data hasil uji Kobalt sudah melalui tiga kali pembacaan.
2	Co K Positif 2 hari	0,1245	
3	Co K Negatif Kopi	0,0886	
4	Co K Positif Robusta	0,0915	
5	Co Perlakuan 2 hari	0,0665	
6	Co P Salivat Kopi	0,0527	
7	Co K Negatif 7 hari	0,0445	
8	Co K Positif 7 hari	0,0798	
9	Co K.P Kopi 7 hari	0,0719	
10	Co K.P Robusta 7 hari	0,0950	

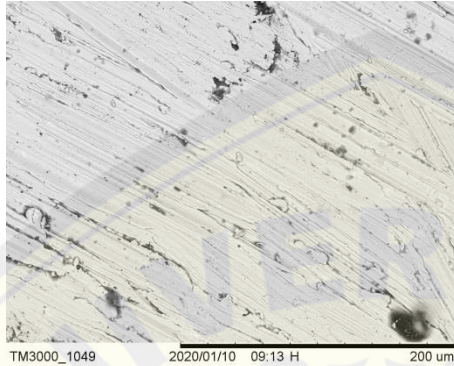
	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM LABORATORIUM KIMIA Jalan Semarang 5, Malang 65145 Telepon: 0341- 562180 Laman: www.um.ac.id	FPO 5.10-1
	FORMULIR	
JUDUL LAPORAN HASIL PENGUJIAN	Halaman : 2-2 File : Ardin Tito F.	

No	Kode Sampel	Konsentrasi (ppm)	Keterangan
		Co	
11	Co K Perlakuan 7 hari	0,0959	
12	Co P Saliva Kopi 7 hari	0,1067	

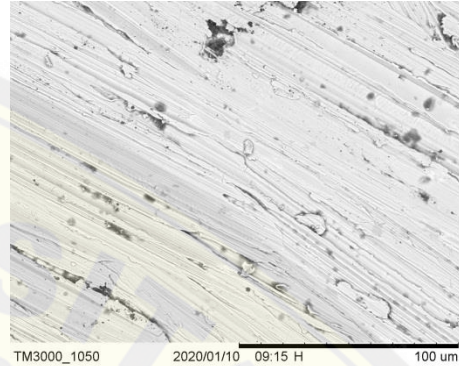
17 Desember 2019
 Kepala Laboratorium Kimia,


Dr. H. Yudhi Utomo, M. Si
NIP 196705011996031002

G. Hasil Uji Struktur Mikro

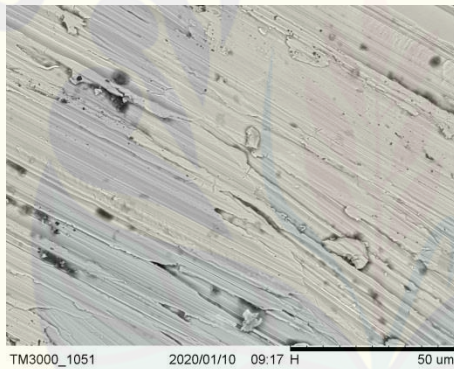
1. Sampel *Pretest*



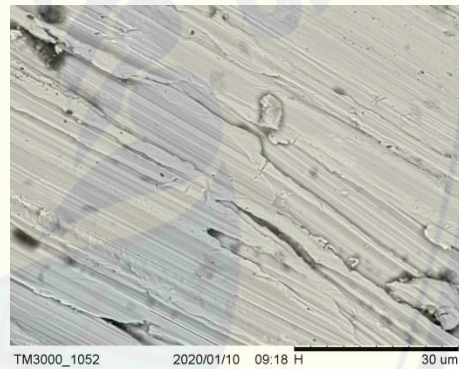
Magnifikasi 500x



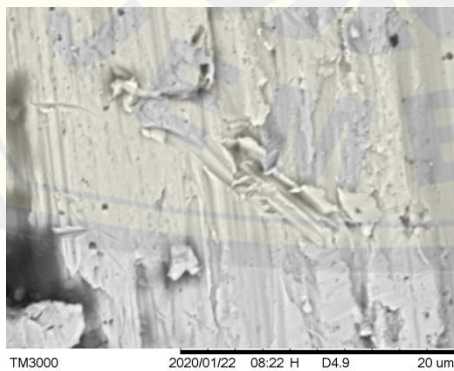
Magnifikasi 800x



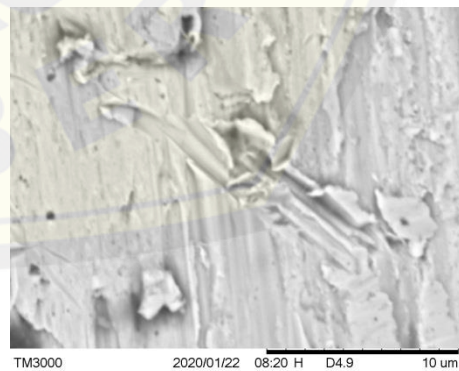
Magnifikasi 1200x



Magnifikasi 2000x

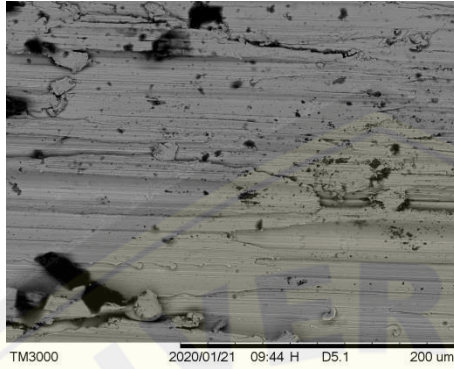


Magnifikasi 5000x

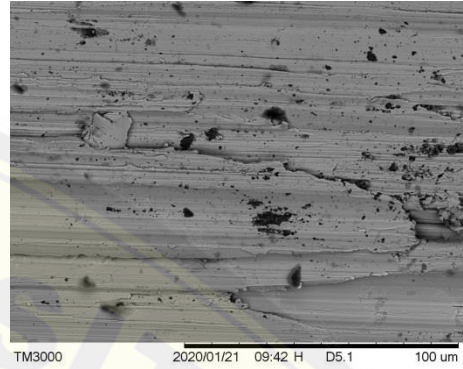


Magnifikasi 7000x

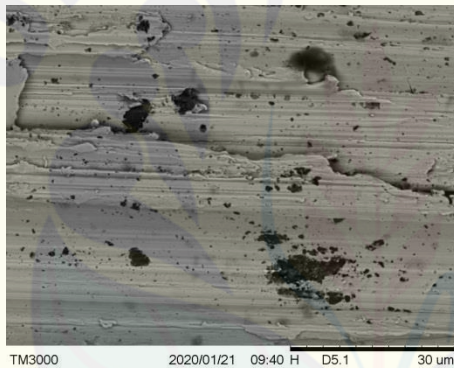
2. Sampel Saliva Buatan



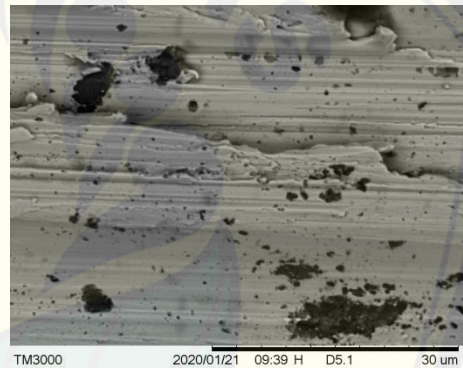
Magnifikasi 500x



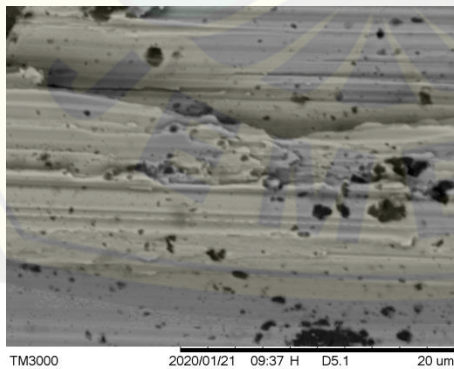
Magnifikasi 1000x



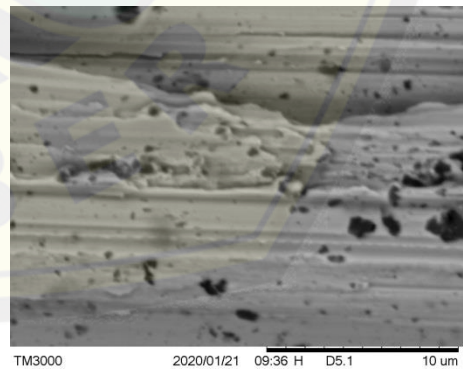
Magnifikasi 2000x



Magnifikasi 3000x

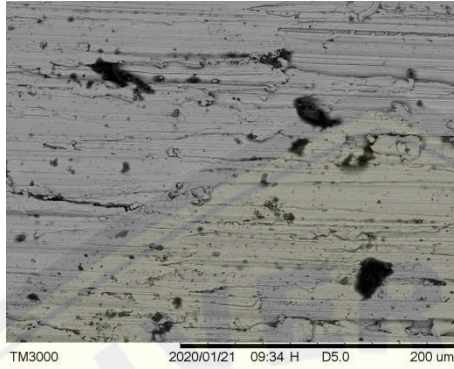


Magnifikasi 5000x

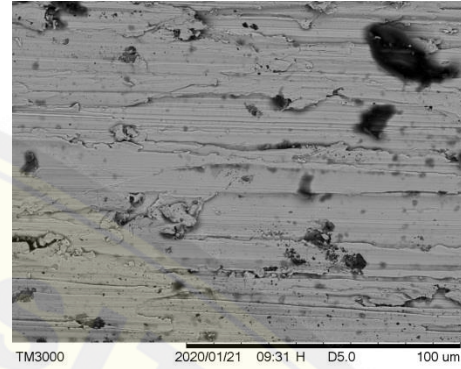


Magnifikasi 7000x

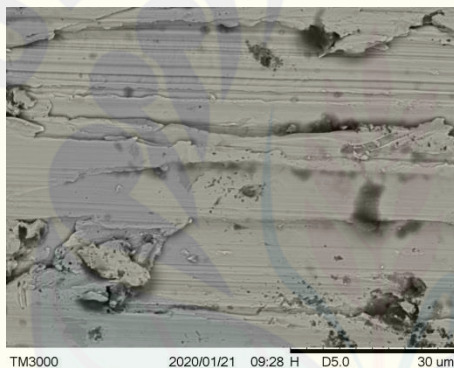
3. Sampel Aquades



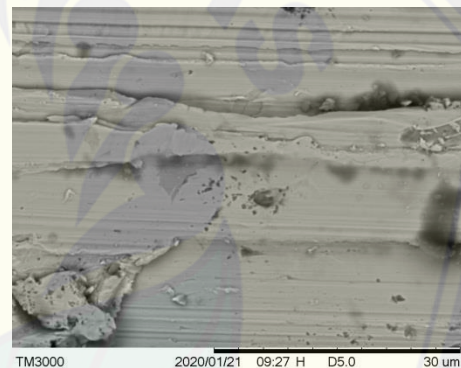
Magnifikasi 500x



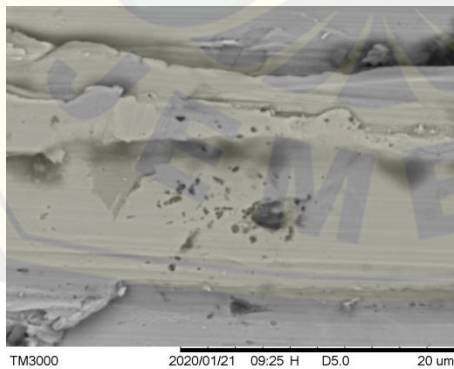
Magnifikasi 1000x



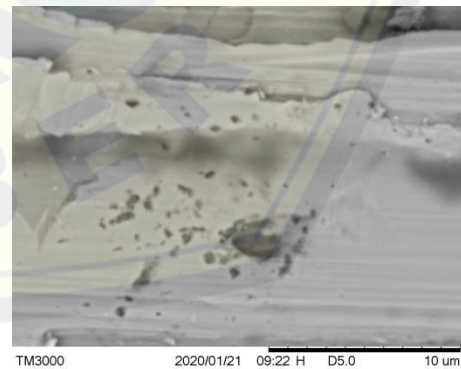
Magnifikasi 2000x



Magnifikasi 3000x

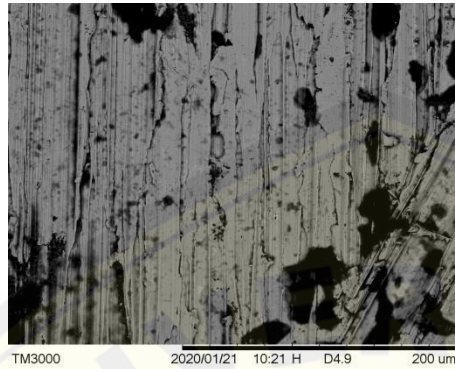


Magnifikasi 5000x

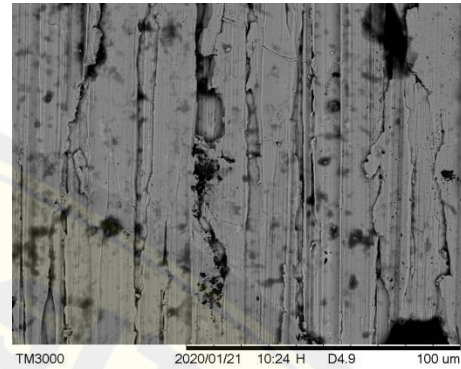


Magnifikasi 7000x

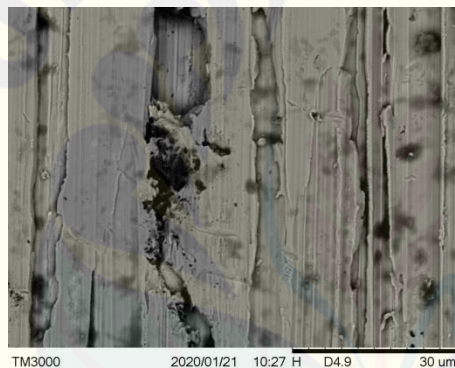
4. Sampel Kopi Robusta



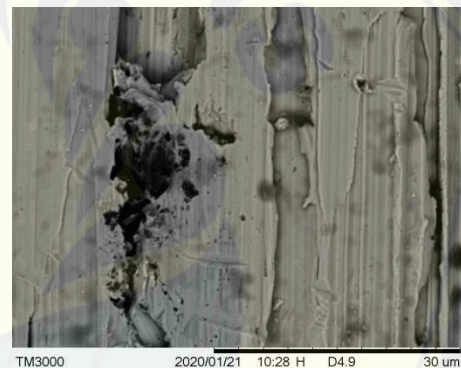
Magnifikasi 500x



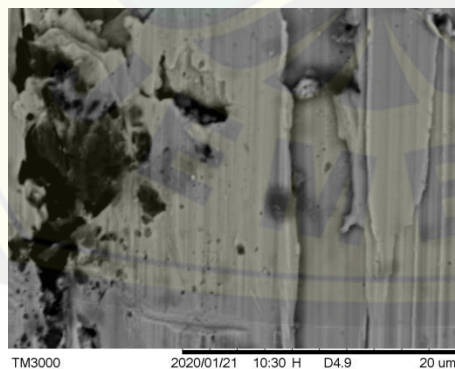
Magnifikasi 1000x



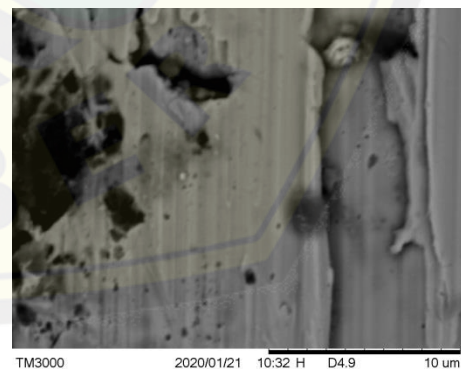
Magnifikasi 2000x



Magnifikasi 2000x

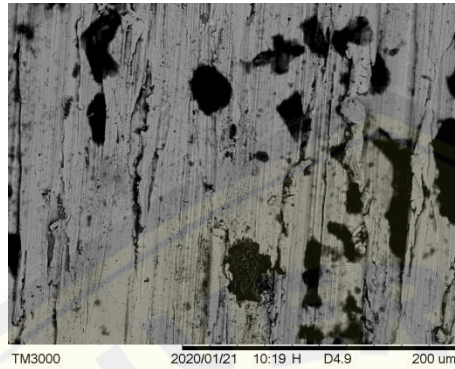


Magnifikasi 5000x

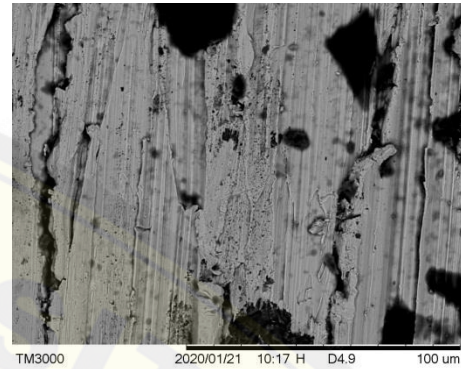


Magnifikasi 7000x

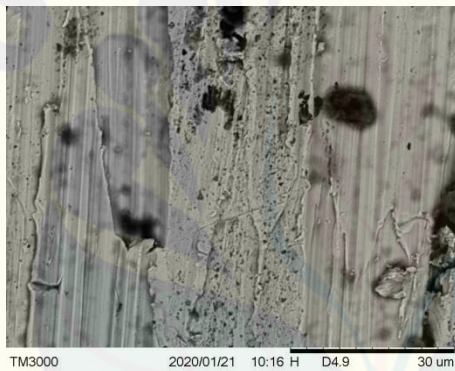
5. Sampel Campuran Kopi Robusta dan Saliva Buatan



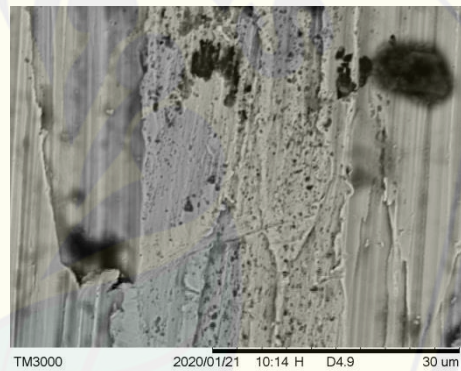
Magnifikasi 500x



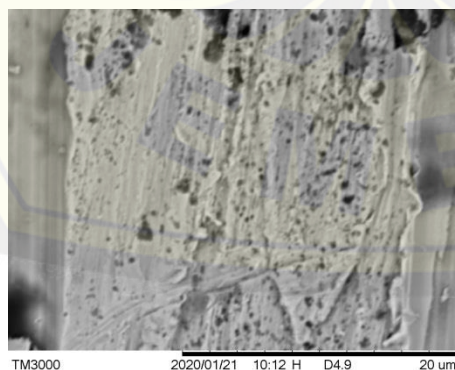
Magnifikasi 1000x



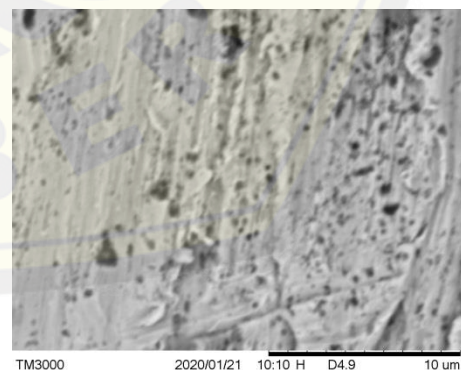
Magnifikasi 2000x



Magnifikasi 3000x



Magnifikasi 5000x



Magnifikasi 7000x

H. Hasil Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov Test***→ NPar Tests****One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Unstandardized Residual
N		12
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	226.3930203
Most Extreme Differences	Absolute	.137
	Positive	.137
	Negative	-.135
Test Statistic		.137
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

I. Hasil Uji Homogenitas *Levene Test*, Uji Parametrik *Two-Way Anova*, dan Uji *Least Significant Difference*

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil uji aas	Based on Mean	.093	1	10	.767
	Based on Median	.083	1	10	.779
	Based on Median and with adjusted df	.083	1	9.979	.779
	Based on trimmed mean	.092	1	10	.767

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hasil uji aas

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	524011.917 ^a	7	74858.845	7.053	.039
Intercept	7113348.167	1	7113348.167	670.201	.000
Uji	20650.667	1	20650.667	1.946	.236
kelompok	213094.417	3	71031.472	6.692	.049
Uji * kelompok	310917.417	3	103639.139	9.765	.026
Error	42455.000	4	10613.750		
Total	8696061.000	12			
Corrected Total	566466.917	11			

a. R Squared = .925 (Adjusted R Squared = .794)

2way ANOVA of Data Co:Multiple comparisons

	Data Set-A	Data Set-B	Data Set-C	Data Set-D	Data Set-E	Data Set-F	Data Set-G	Data Set-H
Within each column, compare rows (simple effects within columns)								
Number of families	1							
Number of comparisons per family	6							
Alpha	0.05							
Uncorrected Fisher's LSD	Mean Diff.	95.00% CI of diff	Significant?	Summary	Individual P Value			
48 hrs								
CoCr +Saliva Buatan vs. CoCr + Aquades	54.47	44.89 to 64.04	Yes	***	<.001			
CoCr +Saliva Buatan vs. CoCr + Kopi robusta	34.60	25.02 to 44.18	Yes	***	<.001			
CoCr +Saliva Buatan vs. CoCr + (Saliva+Kopi)	65.03	55.46 to 74.61	Yes	***	<.001			
168 hrs								
CoCr +Saliva Buatan vs. CoCr + Aquades	35.33	25.76 to 44.91	Yes	***	<.001			
CoCr +Saliva Buatan vs. CoCr + Kopi robusta	-3.617	-13.19 to 5.959	No	ns	.391			
CoCr +Saliva Buatan vs. CoCr + (Saliva+Kopi)	-21.47	-31.04 to -11.89	Yes	**	.002			