



**PERBANDINGAN KELARUTAN KALSIMUM ENAMEL GIGI  
TERHADAP PERENDAMAN DALAM MINUMAN ISOTONIK  
DAN MINUMAN BERENERGI**

**LAPORAN HASIL  
KARYA TULIS ILMIAH**

**disusun oleh  
ANNASYA NAMILLANIA  
22010218120022**

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS  
DIPONEGORO**

**2022**



**PERBANDINGAN KELARUTAN KALSIUM ENAMEL GIGI  
TERHADAP PERENDAMAN DALAM MINUMAN ISOTONIK  
DAN MINUMAN BERENERGI**

**LAPORAN HASIL  
KARYA TULIS ILMIAH**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana  
mahasiswa Program Studi Kedokteran gigi**

**ANNASYA NAMILLANIA**

**22010218120022**

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS  
DIPONEGORO**

**2022**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan ini,

Nama : Annasya Namillania  
NIM : 22010218120022  
Program Studi : Program Studi Kedokteran Gigi  
Judul KTI : Perbandingan Kelarutan Kalsium Enamel Gigi  
Terhadap Perendaman dalam Minuman Isotonik dan  
Minuman Berenergi

Dengan ini menyatakan bahwa,

- 1) KTI adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
- 2) KTI ini belum pernah dipublikasi dalam bentuk artikel ataupun tugas ilmiah lain di lingkungan akademik Universitas Diponegoro maupun universitas lain.

Semarang, 10 April 2022

Yang membuat pernyataan,



Annasya Namillania

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN HASIL KTI

### PERBANDINGAN KELARUTAN KALSIMUM ENAMEL GIGI TERHADAP PERENDAMAN DALAM MINUMAN ISOTONIK DAN BERENERGI

Disusun oleh

**ANNASYA NAMILLANIA**

**22010218120022**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi pada Program Studi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

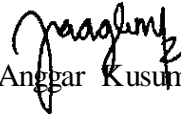
Semarang, 6 Juni 2022

Pembimbing 1



dr. Muflihatul Muniroh, M. Si. Med, Ph. D  
NIP. 198302182009122004

Pembimbing 2



drg. Ira Anggar Kusuma, M. Si  
NIP. 199102192018112001

Ketua Penguji



drg. Gloria Fortuna, Sp.KG  
NIP. 199106232019112001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul “Perbandingan Kelarutan Kalsium Enamel Gigi Terhadap Perendaman dalam Minuman Isotonik dan Minuman Berenergi” ini. Penulisan karya tulis ilmiah ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi pada Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan karya tulis ilmiah ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan karya tulis ilmiah ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan kelancaran, kemudahan, dan kekuatan dalam setiap tantangan yang saya lalui dalam hidup ini.
- 2) Prof. Dr. Yos Johan Utama, SH., M.Hum., selaku Rektor Universitas Diponegoro Semarang yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menimba ilmu di Universitas Diponegoro.
- 3) Prof. Dr. dr. Dwi Pudjonarko, M.Kes., Sp.S (K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang telah memberikan sarana dan prasarana kepada saya sehingga dapat menyelesaikan tugas ini.
- 4) drg. Gunawan Wibisono, M.Si.Med., selaku Ketua Program Studi Kedokteran Gigi yang telah memberikan izin dan kemudahan dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.
- 5) Ibu Indah Saraswati, S.Si, M.Sc., selaku dosen wali yang senantiasa memberikan bimbingan dan semangat kepada saya selama menjalani perkuliahan di Program Studi Kedokteran Gigi Universitas Diponegoro.
- 6) dr. Muffihatul Muniroh, M.Si.Med. Ph.D., selaku dosen pembimbing I yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada saya dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.
- 7) drg. Ira Anggar Kusuma, M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah

berkenan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada saya dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.

- 8) drg. Gloria Fortuna, Sp.KG., selaku dosen penguji yang telah berkenan memberikan saran dan masukan yang sangat bermanfaat dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.
- 9) Ibu Nurul Aziyah, S.KM dan Bapak Ari Umar Diyani, S.Pt., selaku laboran pendamping yang turut ikut membantu saya dalam menyelesaikan penelitian ini.
- 10) Orang tua saya, Bapak Edy Sulistio, A.Md dan Ibu Fitri Ningsih, S.E serta adik saya, Bima Duta Nugraha yang selalu senantiasa memberikan dukungan dalam bentuk moral, materi, doa, dan restu sehingga saya mampu menyelesaikan penulisan Karya Tulis Ilmiah ini dengan baik dan lancar.
- 11) Teman seperjuangan saya, Azzahra Astiana Putri dan Laila Rahma Milenia yang telah berkenan melalui seluruh proses bersama selama masa perkuliahan ini serta memberikan hiburan dan semangat kepada saya.
- 12) Nia, Saskya, Jordan, Tio dan Teman-teman Kedokteran Gigi Undip Angkatan 2018 yang telah memberikan dukungan, motivasi, pelajaran dan pengalaman yang tidak terlupakan baik selama masa perkuliahan maupun dalam penyelesaian Karya Tulis Ilmiah ini.
- 13) Zikra Agusha, sahabat dari bangku SMA yang selalu bersedia memberikan waktu, bantuan, dan semangat kepada saya.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga karya tulis ilmiah ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Semarang, 10 April 2022

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Annasya Namillania

NIM : 22010218120022

Program studi : Kedokteran Gigi

Fakultas : Kedokteran

Jenis Karya : Karya Tulis Ilmiah

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya tulis ilmiah saya yang berjudul :

**Perbandingan Kelarutan Kalsium Enamel Gigi Terhadap Perendaman dalam  
Minuman Isotonik dan Minuman Berenergi**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dan bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 10 April 2022

Yang menyatakan,



(Annasya Namillania)

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	1
HALAMAN JUDUL.....	2
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN HASIL KTI .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
DAFTAR ISTILAH .....	xiv
ABSTRAK .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Perumusan Masalah.....	4
1.3    Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1    Tujuan Umum .....	4
1.3.2    Tujuan Khusus.....	4
1.4    Manfaat Penelitian.....	5
1.5    Orisinalitias Penelitian.....	5
BAB II.....	8
TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1    Enamel Gigi.....	8
2.1.1    Karakteristik Enamel Gigi.....	8
2.1.2    Komposisi Enamel Gigi .....	8
2.1.3    Struktur Enamel Gigi .....	9

2.2	Minuman Isotonik .....	13
2.2.1	Kandungan Minuman Isotonik .....	14
2.3	Minuman Berenergi.....	15
2.3.1	Kandungan Minuman Berenergi .....	16
2.4	Demineralisasi dan Remineralisasi Gigi .....	18
2.4.1	Demineralisasi.....	18
2.4.2	Remineralisasi .....	19
2.5	Erosi Gigi.....	20
2.6	Kerangka Teori.....	23
2.7	Kerangka Konsep .....	23
2.8	Hipotesis .....	24
2.8.1	Hipotesis Mayor .....	24
2.8.2	Hipotesis Minor .....	24
BAB III.....		25
METODE PENELITIAN .....		25
3.1	Ruang Lingkup Penelitian .....	25
3.2	Jenis dan Rancangan Penelitian.....	25
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian .....	25
3.4	Sampel Penelitian .....	25
3.4.1	Kriteria Inklusi .....	25
3.4.2	Kriteria Eksklusi.....	25
3.4.3	Cara Sampling .....	25
3.4.4	Besar Sampel.....	26
3.4.5	Pengelompokan Sampel .....	27
3.5	Variabel Penelitian .....	27
3.5.1	Variabel Bebas .....	27
3.5.2	Variabel Terikat.....	27
3.5.3	Variabel Kontrol.....	27
3.6	Definisi Operasional .....	27
3.7	Prosedur Penelitian.....	29
3.7.1	Bahan.....	29

3.7.2	Alat.....	29
3.7.3	Jenis data .....	30
3.7.4	Tahapan kerja .....	30
3.7.4.1	Persiapan sampel.....	30
3.7.4.2	Pengukuran pH dan jumlah ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik, minuman berenergi, dan aquadest (sebelum perlakuan) .....	31
3.7.4.3	Perendaman sampel minuman isotonik, minuman berenergi, dan aquadest.....	32
3.7.4.4	Pengukuran jumlah ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik, minuman berenergi, dan aquadest setelah perendaman gigi .....	33
3.8	Alur Penelitian.....	35
3.9	Analisis Data .....	36
3.10	Etika Penelitian.....	36
BAB IV HASIL PENELITIAN .....		37
BAB V PEMBAHASAN .....		43
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN .....		48
6.1	Simpulan.....	48
6.2	Saran .....	49
DAFTAR PUSTAKA .....		50
LAMPIRAN .....		56

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Orisinalitas Penelitian.....	5
<b>Tabel 2.</b> Definisi Operasional.....	27
<b>Tabel 3.</b> Rerata perubahan konsentrasi ion kalsium enamel gigi.....	37
<b>Tabel 4.</b> Uji normalitas <i>Shapiro-Wilk</i> .....	38
<b>Tabel 5.</b> Uji homogenitas <i>Levene's Test</i> .....	39
<b>Tabel 6.</b> Uji Anova.....	39
<b>Tabel 7.</b> Uji <i>Post-Hoc LSD</i> .....	40
<b>Tabel 8.</b> Uji <i>Paired T-Test</i> .....	41

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> <i>Enamel rods</i> .....	10
<b>Gambar 2.</b> <i>Hunter-schreger bands</i> .....	10
<b>Gambar 3.</b> <i>Striae of retzius</i> .....	11
<b>Gambar 4.</b> <i>Perikymata</i> .....	11
<b>Gambar 5.</b> <i>Enamel tufts, spindles, dan lamellae</i> .....	12
<b>Gambar 6.</b> Kerangka Teori.....	23
<b>Gambar 7.</b> Kerangka Konsep.....	23
<b>Gambar 8.</b> Gambaran Persiapan Sampel.....	31
<b>Gambar 9.</b> Posisi Gigi dalam Wadah.....	31
<b>Gambar 10.</b> Pengukuran pH minuman isotonik, minuman berenergi, dan aquadest...32	
<b>Gambar 11.</b> Perendaman Gigi dalam Larutan.....	33
<b>Gambar 12.</b> Pengukuran Konsentrasi Ion Kalsium.....	34
<b>Gambar 13.</b> Alur Penelitian.....	35
<b>Gambar 14.</b> Grafik Rerata Kelarutan Kalsium Enamel Gigi.....	39

## DAFTAR SINGKATAN

GERD	: <i>Gastro esophageal reflux disease</i>
DEJ	: <i>Dentionenamel junction</i>
CEJ	: <i>Cementoenamel juntion</i>
Riskesdas	: Riset kesehatan dasar

## DAFTAR ISTILAH

Demineralisasi	: Suatu proses terlarutnya mineral yang terdapat pada enamel karena adanya interaksi dengan asam.
Remineralisasi	: Suatu proses penyisipan kembali ion kalsium dan fosfat pada kristal hidroksiapatit yang telah mengalami pelarutan.
Erosi gigi	: Kerusakan jaringan keras gigi yang bersifat kronik dan terlokalisir dimana melibatkan kelarutan pada enamel dan dentin yang disebabkan karena asam non-bakterial atau dari aksi zat pengkelat pada permukaan gigi.
Elektrolit	: Mineral dengan muatan listrik yang terdapat di dalam sel, jaringan, dan cairan tubuh seperti darah, keringat, dan urine.
Dehidrasi	: Suatu kondisi dimana jumlah cairan yang keluar dari tubuh lebih banyak daripada jumlah cairan yang masuk.
Stimulan	: Zat yang memberikan rangsangan terhadap sistem saraf pusat.
<i>Titrateable acidity</i>	: Total konsentrasi asam yang terdapat dalam makanan atau minuman.
Hidroksiapatit	: Suatu senyawa yang memiliki rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ dimana merupakan mineral penyusun utama dalam jaringan tulang dan gigi.
Osmolalitas	: Pengukuran suatu zat yang terlarut dalam zat lain.
Agen ergogenik	: Agen tertentu yang dapat meningkatkan produksi energi, kontrol energi atau efisiensi energi selama melakukan aktivitas olahraga yang lebih berat daripada latihan normal.
Insomnia	: Gangguan tidur yang ditandai dengan kesulitan berulang untuk tidur atau mempertahankan tidur.
Agitasi	: Kondisi mental berupa perasaan marah dan gelisah yang dipicu oleh suatu kondisi atau tanpa pemicu.
Hipertensi	: Peningkatan tekanan darah sistolik lebih besar dari 140 mmHg dan atau diastolik lebih besar dari 90 mmHg pada dua

kali pengukuran dengan selang waktu 5 menit dalam keadaan cukup istirahat (tenang).

- Palpitasi : Kondisi jantung berdetak lebih kuat, cepat, atau tidak teratur.
- Detoksifikasi : Proses dimana zat asing yang masuk ke dalam tubuh dikonversi menjadi bentuk yang kurang toksik.
- Antioksidan : Senyawa yang dapat menghambat reaksi oksidasi dengan cara mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif.
- Respiratory quotient* : Perbandingan banyaknya CO<sub>2</sub> yang dihasilkan terhadap O<sub>2</sub> yang dikonsumsi.
- Regurgitasi : Gejala klinis yang sering ditemukan pada penderita GERD dimana naiknya makanan dari kerongkongan atau lambung yang baru ditelan tanpa disertai oleh rasa mual atau kontraksi otot perut yang sangat kuat.

## ABSTRAK

Nama : Annasya Namillania  
Program Studi : Kedokteran Gigi  
Judul : Perbandingan Kelarutan Kalsium Enamel Gigi Terhadap Perendaman dalam Minuman Isotonik dan Minuman Berenergi  
Pembimbing : dr. Muflihatul Muniroh, M.Si.Med, Ph.D  
drg. Ira Anggar Kusuma, M.Si

**Tujuan** : menganalisis perbandingan kelarutan kalsium enamel gigi terhadap perendaman dalam minuman isotonik dan minuman berenergi. **Metode** : penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *time-series design*. Sampel yang digunakan adalah 30 gigi premolar permanen manusia. Sampel tersebut dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok I direndam dalam minuman isotonik, kelompok II direndam dalam minuman berenergi, dan kelompok III direndam dalam aquadest sebagai kelompok kontrol. Durasi perendaman masing-masing kelompok 5, 30, dan 60 menit. Kelarutan kalsium enamel gigi diuji dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer*. **Hasil** : dari hasil uji *Paired T-Test* menunjukkan nilai signifikansi ( $p < 0,05$ ) yang menandakan bahwa terdapat perbedaan konsentrasi ion kalsium yang signifikan pada minuman isotonik dan minuman berenergi sebelum dan sesudah perendaman gigi. Kelompok perendaman minuman berenergi memiliki rerata kelarutan kalsium sebesar 4,052 mg/L, sedangkan kelompok perendaman minuman isotonik memiliki rerata kelarutan kalsium sebesar 1,733 mg/L. **Kesimpulan** : Kelompok gigi yang direndam dalam minuman berenergi mengalami kelarutan kalsium enamel lebih besar dibandingkan dengan kelompok yang direndam dalam minuman isotonik.

**Kata kunci** : minuman isotonik, minuman berenergi, kelarutan kalsium enamel

## ABSTRACT

Name : Annasya Namillania  
Study Program : Dentistry  
Title : Comparison of Solubility of Calcium in Tooth Enamel  
Against Immersion in Isotonic Drinks and Energy Drinks  
Counsellor : dr. Muflihatul Muniroh, M.Si.Med, Ph.D  
drg. Ira Anggar Kusuma, M.Si

**Objectives** : to analyze the comparison of the solubility of calcium in tooth enamel against immersion in isotonic drinks and energy drinks. **Methods** : this was an experimental laboratory research with a time-series design. The research sample consisted of 30 human permanent premolars. The samples were divided into 3 groups, namely : group I immersed in isotonic drinks, group II immersed in energy drinks, and group III immersed in aquadest as a control group. The duration of immersion for each group was 5, 30, and 60 minutes. The solubility of calcium in tooth enamel was tested using an Atomic Absorption Spectrophotometer. **Result** : Paired T-Test showed a significance value of ( $p < 0,05$ ) which indicated that there was a significant difference in calcium ion concentration in isotonic drinks and energy drinks before and after soaking the teeth. The isotonic drinks immersion group had an average calcium solubility of 1,733 mg/L, while the energy drinks immersion group had an average calcium solubility of 4,052 mg/L. **Conclusions** : The group immersion in energy drinks experienced greater solubility of enamel calcium compared to the group immersion in isotonic drinks.

**Key word** : isotonic drinks, energy drinks, enamel calcium solubility

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kondisi lingkungan rongga mulut sangat berperan penting dalam keberlangsungan kesehatan gigi dan mulut.<sup>1</sup> Struktur gigi, pola makan, saliva, biofilm, dan berbagai mikroorganisme yang terdapat di dalam rongga mulut saling berkaitan baik secara kimia, fisik, dan fungsi.<sup>1</sup> Seluruh komponen tersebut berkontribusi dalam terciptanya kesehatan gigi dan mulut, namun dalam kondisi tertentu juga dapat melatarbelakangi munculnya suatu penyakit.<sup>1</sup> Menurut *Global Burden of Disease Study* ada sekitar 3,5 juta orang di dunia terkena penyakit yang berhubungan dengan rongga mulut pada tahun 2017.<sup>2</sup> Di Indonesia sendiri, presentase terjadinya masalah terhadap gigi dan mulut ada sebesar 57,6% yang tercatat dalam Riskesdas tahun 2018.<sup>3</sup>

Gigi adalah salah satu organ tubuh yang tersusun atas enamel, dentin, pulpa, dan sementum, dimana gigi terdiri atas mahkota dan akar.<sup>4</sup> Mahkota gigi dilapisi oleh enamel yang merupakan struktur terkeras dan substansi yang paling banyak termineralisasi pada tubuh.<sup>4</sup> Enamel gigi tersusun atas material anorganik sebanyak 95-98%, material organik sebanyak 1-2% dan sisanya adalah air.<sup>5</sup> Material anorganik sebagian besar terdiri atas kristal mineral yang disebut dengan hidroksiapatit ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ).<sup>4,6,7</sup> Enamel bersifat rapuh, dimana mudah larut apabila berkontak dengan makanan dan minuman yang bersifat asam, sehingga apabila berkontak dengan makanan dan minuman yang banyak mengandung asam akan mengawali terjadinya demineralisasi yang berujung mengakibatkan kerusakan pada struktur permukaan gigi.<sup>8,9</sup>

Demineralisasi adalah suatu proses yang menyebabkan kerusakan pada ion mineral dari komponen utama penyusun enamel yaitu kristal hidroksiapatit dikarenakan proses kimiawi.<sup>10</sup> Demineralisasi terjadi saat pH larutan yang berada di sekitar enamel gigi lebih rendah dari 5,5 atau secara umum berkisar antara pH 2,3 hingga 3,6 dan saat konsentrasi asam yang tidak terdisosiasi di permukaan enamel lebih tinggi, dibandingkan di dalam enamel.<sup>10</sup> Demineralisasi yang berlangsung secara terus

menerus dapat mengakibatkan terjadi erosi gigi atau karies gigi.<sup>11</sup> Erosi gigi merupakan suatu penyakit kehilangan jaringan keras gigi bersifat *irreversible* yang disebabkan oleh proses kimiawi dari asam tanpa adanya interaksi dengan mikroorganisme.<sup>11</sup> Kerusakan ini dapat disebabkan oleh faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik.<sup>12</sup> Faktor intrinsik biasanya diakibatkan karena penyakit asam lambung atau *gastroesophageal reflux* (GERD), sedangkan faktor ekstrinsik dapat disebabkan oleh asupan makanan dan minuman yang mengandung asam, penggunaan produk kebersihan mulut yang bersifat asam, serta penggunaan obat asam dalam jangka waktu yang panjang.<sup>10,11,12</sup> Asam dinilai sangat merusak permukaan gigi, karena memiliki aksi ganda, dimana asam saat berada di air akan diuraikan menjadi ion hidrogen dan anion asam.<sup>13</sup> Ion hidrogen akan menyerang permukaan gigi dengan cara berikatan dengan karbonat, fosfat, atau keduanya, dan akan melepaskan ion mineral dari permukaan gigi.<sup>13</sup> Anion asam akan bertindak sebagai pengikat kalsium dari permukaan kristal.<sup>13</sup>

Minuman isotonik dan berenergi merupakan contoh minuman bersifat asam yang dewasa ini banyak dikonsumsi oleh masyarakat.<sup>14</sup> Minuman isotonik dan berenergi sangat populer dikalangan atlet profesional dan amatiran, olahragawan, serta remaja.<sup>14</sup> Eropa menjadi konsumen utama untuk pangsa minuman berenergi, sedangkan Amerika Serikat unggul dalam konsumsi minuman isotonik.<sup>15</sup> Sebuah penelitian pada tahun 2013 menunjukkan persentase konsumsi minuman berenergi di Uni Eropa rata-rata berkisar 65%, dimana persentase ini dikuasai oleh kalangan remaja.<sup>15</sup> Minuman isotonik mengalami peningkatan penjualan sebesar 1,5 miliar dolar setiap tahunnya, dimana pada tahun 2008 mencapai 7,5 miliar dolar.<sup>16</sup> Peningkatan tersebut menandakan bahwa minuman isotonik cukup menjadi tren di Amerika, hal ini dibuktikan dengan sebuah penelitian yang dilakukan antara tahun 2002-2004 yang menunjukkan bahwa remaja usia sekolah lebih banyak mengonsumsi minuman isotonik dengan presentase 70% dibandingkan minuman *soft drink* dengan presentase 24%.<sup>16</sup> Di Indonesia sendiri, menurut data Statistik Konsumsi Pangan tahun 2020 dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia, menunjukkan konsumsi minuman isotonik dan minuman berenergi dalam hitungan per kapita per tahun mengalami peningkatan dari sebesar 11,34 untuk kemasan 200 ml di tahun 2017 menjadi sebesar 11,90 untuk

kemasan yang sama di tahun 2019, yang mana artinya mengalami peningkatan sebesar 4,9%.<sup>17</sup> Minuman isotonik biasanya dibuat sebagai formulasi karbohidrat dan elektrolit berair dengan tujuan untuk menambah kinerja, mencegah dehidrasi, dan mengganti elektrolit selama olahraga berat.<sup>14</sup> Minuman ini mengandung karbohidrat seperti glukosa, fruktosa, sukrosa, dan polimer maltodekstrin sintetik yang dikenal juga dengan glukosa polimer.<sup>14,16</sup> Berbeda dengan minuman isotonik, minuman berenergi biasanya digunakan untuk meningkatkan ketahanan fisik, meningkatkan konsentrasi serta daya tanggap, dan merangsang metabolisme selama olahraga.<sup>18</sup> Minuman energi kaya akan stimulan, karbohidrat, asam amino seperti taurin, turunan asam amino seperti karnitin, protein, vitamin, mineral, serta asam tambahan dan bahan lainnya. Minuman ini juga mengandung kafein.<sup>14,16,18</sup> Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Avaniya Reddy dkk. tahun 2016, dimana dilakukan pengujian terhadap beberapa minuman untuk mengetahui pH masing-masing dengan didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa minuman isotonik dan air memiliki pH yang berkisar antara 2,67 hingga 7,20.<sup>19</sup> Untuk minuman berenergi dalam penelitian yang sama memiliki pH yang berkisar antara 2,47 hingga 3,97.<sup>19</sup> pH yang rendah serta kandungan asam sitrat yang terdapat pada minuman isotonik dan berenergi dapat mengawali terjadinya demineralisasi yang berujung pada erosi gigi.<sup>14</sup>

Syahril Panigoro, dkk (2015) melakukan penelitian mengenai kadar kalsium gigi yang terlarut dalam perendaman minuman isotonik dengan menggunakan jenis penelitian *control time series design*.<sup>8</sup> Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah gigi premolar permanen sebanyak empat buah.<sup>8</sup> Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa kadar kalsium gigi yang terlarut dalam perendaman minuman isotonik adalah sebanyak 0,005 ppm berdasarkan perhitungan dengan menggunakan alat spektrofotometer Uv-vis.<sup>8</sup> Rita Nelly, dkk (2019) melakukan penelitian mengenai perbedaan kekerasan permukaan email gigi setelah dilakukan perendaman dalam berbagai minuman berenergi.<sup>20</sup> Sampel dari penelitian tersebut adalah gigi premolar rahang atas sebanyak tiga puluh dua buah.<sup>20</sup> Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan kekerasan permukaan email gigi pasca perendaman dalam minuman berenergi selama 24 jam, dimana gigi dengan erosi paling besar

terjadi pada perendaman dalam minuman merk *Rockstar*, sebab memiliki pH yang lebih rendah dibandingkan minuman berenergi lainnya.<sup>20</sup> Poonam Jain, dkk (2012) melakukan penelitian mengenai perbandingan minuman isotonik dan energi yang diukur dari sifat fisiokimia dan kelarutan enamel.<sup>18</sup> Sifat fisiokimia yang dilihat adalah kandungan fluoride, pH, dan *titratable acidity*, sedangkan kelarutan enamel dilihat berdasarkan pengukuran berat enamel.<sup>18</sup> Dari penelitian ini disimpulkan bahwa enamel gigi yang diberikan perlakuan dengan perendaman dalam minuman berenergi mengalami kehilangan berat yang lebih besar dibandingkan yang diberikan perlakuan dalam minuman isotonik.<sup>18</sup>

Dari penelitian terdahulu, belum dilakukannya penelitian mengenai perbandingan kelarutan kalsium enamel gigi terhadap perendaman minuman isotonik dan minuman berenergi. Sehingga berdasarkan latar belakang di atas, peneliti ingin melakukan penelitian untuk mengetahui perbandingan kelarutan kalsium enamel gigi terhadap perendaman dalam minuman isotonik dan minuman berenergi.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Apakah ada perbedaan kelarutan kalsium enamel gigi yang signifikan terhadap perendaman minuman isotonik dan minuman berenergi?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan kelarutan kalsium enamel gigi terhadap perendaman dalam minuman isotonik dan minuman berenergi.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

- Menganalisis perbedaan konsentrasi ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik dan minuman berenergi sebelum dan sesudah dilakukan perendaman gigi selama 5 menit.

- Menganalisis perbedaan konsentrasi ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik dan minuman berenergi sebelum dan sesudah dilakukan perendaman gigi selama 30 menit.
- Menganalisis perbedaan konsentrasi ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik dan minuman berenergi sebelum dan sesudah dilakukan perendaman gigi selama 60 menit.
- Menganalisis perbedaan kelarutan kalsium enamel gigi selama perendaman dalam waktu 5, 30, dan 60 menit.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

- Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Ilmu Kedokteran Gigi mengenai perbandingan kelarutan kalsium enamel gigi terhadap perendaman dalam minuman isotonik dan minuman berenergi.
- Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.
- Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi bagi masyarakat untuk dapat mengurangi konsumsi minuman yang bersifat asam serta lebih memberikan perhatian terhadap kesehatan gigi dan mulutnya agar tidak terjadi erosi pada gigi.

#### 1.5 Orisinalitas Penelitian

Penulis telah berupaya melakukan penelusuran pustaka dan tidak menemukan penelitian atau publikasi sebelumnya yang membahas mengenai perbandingan kelarutan kalsium enamel gigi terhadap perendaman minuman isotonik dan minuman berenergi.

**Tabel 1.** Orisinalitas Penelitian

No	Orisinalitas	Metode Penelitian	Hasil
1	Poonam Jain. <i>A Comparison of Sport</i>	<b>Jenis Penelitian :</b> Eksperimental Laboratoris	<b>Variabel Bebas:</b> Perendaman gigi

	<i>and Energy Drink-Physiochemical Properties and Enamel Dissolution.</i> Academy of General Dentistry. 2012;60(3):190-7 <sup>18</sup>	<b>Subjek Penelitian :</b> 22 minuman komersil yang terdiri atas 13 minuman isotonik dan 9 minuman berenergi serta 30 sampel enamel	pada berbagai minuman selama 15 menit dalam 5 hari <b>Variabel Terikat :</b> kandungan fluoride, pH, dan <i>tirtatable acidity</i> masing-masing minuman, serta berat enamel.
2	Syahril Panigoro; Damajanty H. C. Pangemanan; Juliatri. Kadar Kalsium Gigi yang Terlarut Pada Perendaman Minuman Isotonik. Jurnal e-Gigi (eG). 2015;3(2):356-360 <sup>8</sup>	<b>Jenis Penelitian :</b> Eksperimental Laboratoris <b>Subjek Penelitian :</b> minuman isotonik merk <i>Mizone</i> dan gigi premolar permanen sebanyak 4 buah	<b>Variabel Bebas:</b> Perendaman gigi dalam minuman isotonik selama 5, 15, 30, 45, dan 60 menit <b>Variabel Terikat :</b> kadar kalsium enamel gigi
3	Danica Anastasia; Rita Nelly Octaviani; Rinda Yulianti. Perbedaan Kekerasan Permukaan Email Gigi Setelah Perendaman dalam Berbagai Minuman Berenergi. JITEKGI. 2019;15(2):47-51 <sup>20</sup>	<b>Jenis Penelitian :</b> Eksperimental Laboris <b>Subjek Penelitian :</b> minuman berenergi merk <i>Redbull, Monster, dan Rockstar</i> serta 32 gigi premolar rahang atas	<b>Variabel Bebas:</b> Perendaman gigi dalam berbagai minuman berenergi selama 24 jam <b>Variabel Terikat :</b> kekerasan permukaan email gigi
4	Qanita Fadhilah. 2020. Perbedaan Efek Minuman Ringan Berkarbonasi dan Minuman Isotonik Terhadap Kelarutan Kalsium Email Gigi ( <i>in vitro</i> ) <sup>21</sup>	<b>Jenis Penelitian :</b> Ekperimental Laboris <b>Subjek Penelitian :</b> 12 buah gigi premolar, minuman berkarbonasi, dan minuman isotonik	<b>Variabel Bebas:</b> Perendaman gigi selama 5 dan 60 menit dengan minuman berkarbonasi dan minuman isotonik <b>Variabel Terikat :</b> kalsium email gigi

Perbedaan penelitian penulis dengan penelitian sebelumnya terletak pada subjek penelitian, variabel bebas, variabel terikat, dan lama waktu perlakuan. Pada penelitian-penelitian sebelumnya, belum pernah dilakukan pengujian perbandingan kelarutan kalsium enamel gigi terhadap perendaman minuman isotonik dan minuman berenergi selama 5, 30, dan 60 menit.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Enamel Gigi**

##### **2.1.1 Karakteristik Enamel Gigi**

Enamel merupakan struktur berwarna putih yang berperan sebagai pelindung eksternal bagi permukaan mahkota gigi.<sup>22</sup> Enamel berasal dari lapisan ektodermal.<sup>7</sup> Lebar enamel tergantung pada daerah gigi, dari 2 mm di tepi insisal gigi anterior hingga 2,4 – 3 mm pada gigi molar.<sup>5</sup> Enamel mengandung substansi mineral terbanyak pada tubuh manusia.<sup>5</sup> Hal ini menyebabkan, enamel menjadi jaringan yang paling keras pada tubuh. Enamel berfungsi untuk membentuk perlindungan gigi yang resisten, sehingga cocok untuk proses pengunyahan.<sup>23</sup> Sifat yang seperti ini memungkinkan enamel mampu menahan ratusan siklus pengunyahan dengan kekuatan menggigit hingga 770 N.<sup>24</sup>

Enamel bersifat translusen, dimana warna yang terdapat pada enamel tergantung pada warna lapisan dentin yang berada dibawahnya, lebar lapisan enamel, dan adanya perubahan warna.<sup>5</sup> Tingkat translusen ini juga dipengaruhi oleh tahap mineralisasi dan homogenitasnya.<sup>5</sup> Warna gigi yang dilapisi oleh enamel berkisar dari putih kekuningan hingga putih keabu-abuan.<sup>23</sup> Gigi yang berwarna kekuningan memiliki lapisan enamel translusen yang tipis, sehingga warna kuning dari dentin dapat terlihat. Gigi yang berwarna keabu-abuan biasanya memiliki enamel yang lebih opak.<sup>23</sup>

##### **2.1.2 Komposisi Enamel Gigi**

Material yang terkandung pada enamel sebagian besar merupakan material anorganik, yakni sebanyak 95%.<sup>5</sup> Untuk sisanya terkandung material organik (1%) dan air (4%).<sup>5</sup> Material anorganik terdiri dari kalsium yang diendapkan dengan fosfat sehingga menjadi apatit, yaitu kalsium utama pada seluruh jaringan gigi. Hidroksiapatit memiliki rumus kimia  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ .<sup>23,25</sup> Komponen anorganik enamel yang terdapat pada gigi permanen adalah kalsium dengan persentase 37,1% dan fosfat dengan persentase 18,1%.<sup>26</sup> Kandungan mineral ini meningkat pada *dentinoenamel*

*junction* (DEJ), namun menurun pada permukaan enamel gigi.<sup>7</sup> Hidroksiapatit terletak diantara nanosfer amelogenin.<sup>7</sup>

Amelogenin adalah salah satu komponen organik yang terkandung dalam enamel gigi. Amelogenin merupakan protein dengan persentase sebanyak 90% dari total keseluruhan protein yang terdapat pada enamel gigi.<sup>25</sup> Protein ini berperan dalam proses pembentukan kristal kalsium hidroksiapatit.<sup>25</sup> Pada amelogenin banyak mengandung *proline*, *histidine*, *glutamine*, dan *leucine*.<sup>23</sup> Amelogenin bersifat hidrofobik.<sup>23</sup> Tidak hanya protein amelogenin yang terdapat pada enamel, namun juga ada protein lainnya seperti *enamalin*, *ameloblastin*, dan *tuftelin*.<sup>23</sup> Protein-protein ini merupakan golongan dari protein non amelogenin yang memiliki persentase pada enamel sebanyak 10%.<sup>23</sup> Protein non amelogenin ini banyak mengandung glisin, asam aspartat, dan serin.<sup>23</sup>

### 2.1.3 Struktur Enamel Gigi

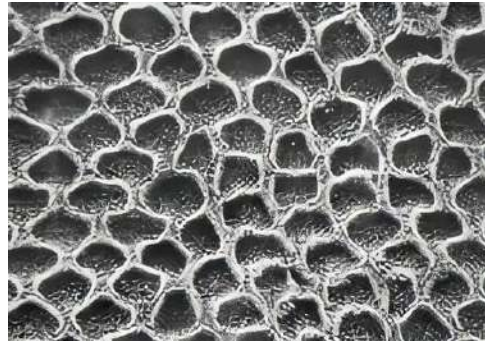
Enamel gigi memiliki beberapa struktur, yaitu sebagai berikut:

#### a. Enamel rods/prisma enamel

Struktur yang jumlahnya sangat banyak pada enamel adalah *enamel rods* atau prisma enamel, *rod sheath*, dan *cementing inter-rod substance*.<sup>27</sup> Prisma enamel berbentuk silinder di bagian longitudinal, sehingga sering juga disebut dengan batang enamel.<sup>23</sup> Batang enamel ini terletak dari *dentinoenamel junction* (DEJ) menuju kearah permukaan enamel tanpa terputus.<sup>23</sup> Prisma enamel diperkirakan berjumlah sekitar 5 juta pada gigi insisivus dan 12 juta pada gigi molar.<sup>5</sup> Prisma enamel ini memiliki arah yang sejajar terhadap *long axis* gigi pada tepi insisal dan cups molar.<sup>5</sup> Sepanjang daerah lateral mahkota gigi, arah prisma menjadi *oblique* terhadap *long axis*, sedangkan pada daerah servikal arah prisma menjadi tegak lurus.<sup>5</sup> Prisma enamel gigi memiliki kurva berbentuk S yang berada pada bagian internal enamel.<sup>5</sup>

*Rod sheath* berada mengelilingi batang enamel.<sup>23</sup> Antara batang enamel yang satu dengan yang lainnya dipisahkan oleh *cementing inter-rod*

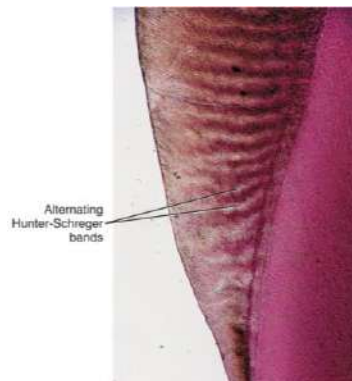
*substrate*.<sup>23</sup> Ketiga jaringan ini terdiri dari komponen anorganik sebanyak 70% dan komponen organik sebanyak 30%.<sup>27</sup>



**Gambar 1.** *Enamel rods*.<sup>28</sup>

b. *Hunter-schreger bands*

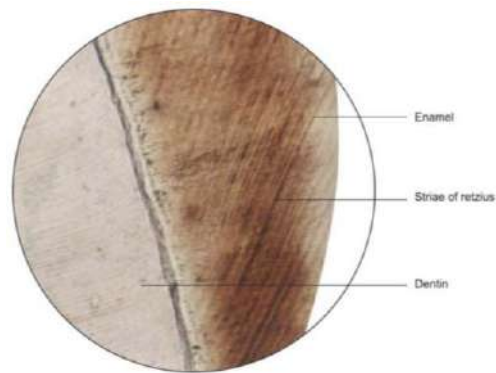
*Hunter-schreger bands* merupakan pita batang yang gelap dan terang.<sup>23</sup> Pita ini muncul sebagai akibat terjadinya perubahan arah batang enamel.<sup>23</sup> *Hunter-schreger bands* dapat ditemukan pada wilayah gigi yang berbeda.<sup>5</sup> Pita ini terletak didekat tepi insisal pada gigi insisivus, sedangkan pada gigi molar pita ini dapat ditemukan dimana saja yakni dari daerah servikal sampai ujung cups.<sup>5</sup>



**Gambar 2.** *Hunter-schreger bands*.<sup>28</sup>

c. *Striae of retzius*/Garis *retzius*

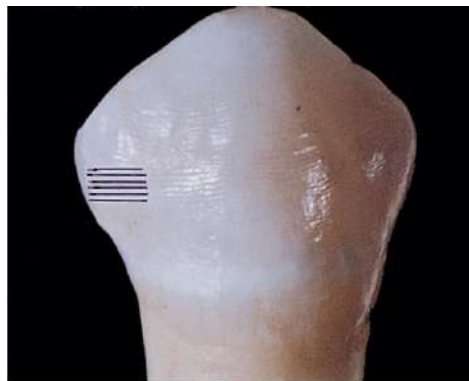
Garis *retzius* merupakan garis incremental yang muncul sebagai akibat pertumbuhan enamel.<sup>28</sup> Garis pertumbuhan ini mengikuti pola deposisi matriks.<sup>28</sup> Garis *retzius* tampak seperti pita berwarna kecokelatan pada bagian dasar enamel.<sup>23</sup>



**Gambar 3.** *Striae of Retzius*.<sup>29</sup>

d. Perikymata

Perikymata merupakan manifestasi eksternal dari garis *Retzius*.<sup>23</sup> Perikymata berupa horizontal *ridge* pada permukaan enamel gigi yang baru erupsi.<sup>22</sup> Hal ini terbentuk karena adanya lapisan enamel yang tumpang tindih selama pembentukan gigi.<sup>22</sup> Perikymata biasanya tampak menonjol pada gigi yang baru erupsi.<sup>22</sup> Perikymata akan mengalami abrasi seiring gigi digunakan untuk makan atau menyikat gigi dengan pasta gigi yang abrasif.<sup>22</sup>



**Gambar 4.** *Perikymata*.<sup>28</sup>

e. Enamel *cuticle*/Membran *nasmyth*

Enamel *cuticle* merupakan membran halus yang menutupi permukaan mahkota gigi yang baru erupsi.<sup>23</sup> Enamel *cuticle* disebut juga dengan membran *nasmyth*.<sup>23</sup> Enamel *cuticle* memiliki struktural yang sama dengan lamina basal dan disekresikan oleh ameloblas pada permukaan

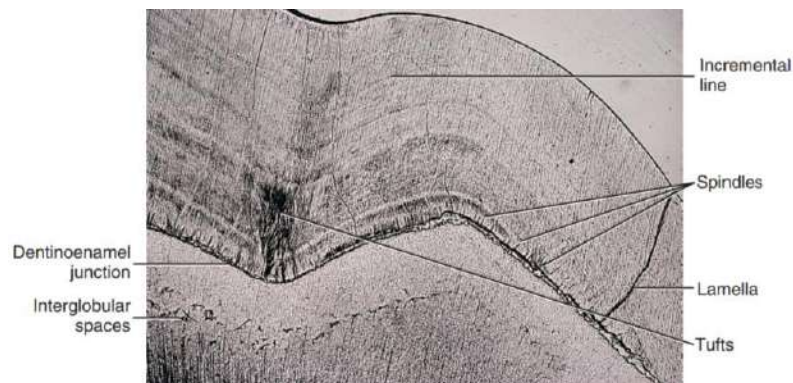
enamel yang baru terbentuk. Enamel *cuticle* akan segera hilang setelah gigi erupsi.<sup>29</sup>

f. Enamel *tufts*, *spindels*, dan *lamellae*

Enamel *tufts* dapat ditemukan pada *dentinoenamel junction* (DEJ), dimana dapat meluas sekitar seperlima hingga sepertiga dari ketebalannya menuju enamel.<sup>29</sup> Struktur enamel ini menyerupai jumbai rumput, sehingga dinamakan demikian. Enamel ini berbentuk pita dengan ujungnya yang bergelombang.<sup>29</sup> Enamel *tufts* terdiri dari batang enamel hipokalsifikasi dengan komponen organik yang tinggi.<sup>5</sup>

Enamel *spindles* merupakan perpanjangan tubulus dentin.<sup>28</sup> Enamel *spindles* dapat ditemukan pada *dentinoenamel junction* (DEJ) dan akan meluas hingga ke enamel.<sup>28</sup> Enamel *spindles* memiliki bentuk yang lebih pendek dibandingkan enamel *tufts* dengan ujungnya yang lebih tebal.<sup>28</sup>

Enamel *lamellae* merupakan retakan yang terdapat pada permukaan enamel, dimana dapat meluas hingga *dentinoenamel junction* (DEJ).<sup>28</sup> Kandungan utama yang terdapat pada enamel *lamellae* adalah komponen organik.<sup>5</sup> Enamel *lamellae* dapat terbentuk dikarenakan kecatatan dalam perkembangan ameloblas atau tekanan yang didapatkan setelah maturasi enamel.<sup>5</sup>



**Gambar 5.** Enamel *tufts*, *spindles*, dan *lamellae*.<sup>28</sup>

## 2.2 Minuman Isotonik

Minuman isotonik adalah minuman rasa yang mengandung karbohidrat, mineral, elektrolit, dan terkadang terdapat tambahan vitamin atau zat gizi lainnya.<sup>30</sup> Minuman isotonik merupakan salah satu minuman olahraga yang mengandung sekitar 4–8% elektrolit, seperti *sodium chloride*, *pottasium*, *calcium*, dan *magnesium*.<sup>31</sup> Minuman isotonik mengandung konsentrasi garam dan gula yang sama seperti pada tubuh manusia, dimana hal ini memungkinkan untuk mengganti cairan dan elektrolit yang hilang melalui keringat selama dan setelah olahraga.<sup>30,32</sup> Tak hanya menggantikan cairan dan elektrolit, minuman ini juga memberikan pasokan karbohidrat tambahan, sehingga mengoptimalkan performa olahragawan.<sup>30,32</sup> Minuman isotonik umumnya memiliki tingkat osmolalitas sekitar 280–290 mOsmol/kg.<sup>33</sup> Minuman yang memiliki osmolalitas yang lebih tinggi dapat menyebabkan gangguan pada sistem gastrointestinal apabila dikonsumsi saat berolahraga.<sup>33</sup>

Minuman isotonik memiliki pH berkisar antara 2,4–4,5.<sup>34</sup> Rendahnya pH yang dimiliki oleh minuman isotonik dikarenakan kandungan asam yang terdapat di dalamnya.<sup>34</sup> Jenis asam yang terkandung dalam minuman isotonik dan perannya dalam menyebabkan erosi gigi telah diteliti oleh para peneliti dari *University of Helsinki*.<sup>34</sup> Para peneliti menggunakan model enamel sapi *in vitro* untuk menunjukkan jenis asam yang paling umum digunakan dalam minuman isotonik, yaitu asam sitrat yang ternyata memiliki potensi erosif yang lebih besar daripada asam malat yang ada dalam minuman eksperimental.<sup>34</sup> Asam sitrat dianggap sangat erosif, dikarenakan efek demineralisasinya pada enamel yang terus berlanjut bahkan setelah pH dinetralkan.<sup>30</sup>

Minuman isotonik pertama kali diciptakan pada tahun 1965 di Amerika Serikat.<sup>35</sup> Minuman ini diproduksi oleh kelompok riset di *University of Florida* untuk tim sepak bola universitas dan dinamai *Gatorade*.<sup>36</sup> Minuman ini menjadi populer sejak tim sepak bola universitas tersebut berhasil memenangkan kompetisi *Orange Bowl* pada tahun 1966, sehingga disimpulkan sebagai minuman yang efisien dalam memulihkan elektrolit dan karbohidrat yang hilang selama olahraga.<sup>36</sup> Meskipun yang terkenal adalah minuman isotonik *Gatorade*, ternyata sebelumnya telah diciptakan

minuman dengan konsep olahraga yang bernama *Glucozade* pada tahun 1927.<sup>36</sup> Hanya saja, minuman ini tidak sukses dipasarkan.<sup>36</sup>

Tingkat konsumsi minuman isotonik sendiri di Indonesia dapat dikatakan cukup tinggi.<sup>37</sup> Hal ini terbukti dari jumlah permintaan akan minuman tersebut yang mengalami peningkatan secara signifikan setiap tahunnya.<sup>37</sup> Pada tahun 2012 saja, nilai penjualan minuman isotonik di Indonesia diperkirakan naik sekitar 20% dari tahun sebelumnya menjadi Rp 4,2 triliun.<sup>37</sup> Berdasarkan riset yang telah dilakukan salah satu lembaga survei nasional yaitu MARS, menyatakan bahwa minuman isotonik mengalami pertumbuhan sebesar 6,24% per tahun dalam periode tahun 2014 hingga 2016.<sup>37</sup> Secara global, minuman isotonik memiliki nilai penjualan sebesar 4,1 miliar USD selama tahun 2012 dan sebuah survei menunjukkan bahwa pada tahun 2020 akan meningkat menjadi 5,6 miliar USD. Tingkat pertumbuhan tahunan minuman isotonik antara tahun 2015 hingga 2020 diperkirakan sebesar 4%.<sup>36</sup>

### **2.2.1 Kandungan Minuman Isotonik**

#### **a. Karbohidrat**

Jenis karbohidrat yang digunakan dalam minuman isotonik seperti glukosa, fruktosa, sukrosa, dan polimer sintesis maltodekstrin yang juga dikenal sebagai polimer glukosa.<sup>34</sup> Penggunaan polimer glukosa dalam minuman isotonik telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir karena dinilai mampu menyediakan lebih banyak karbohidrat tanpa mengakibatkan peningkatan osmolalitas.<sup>34</sup> Karbohidrat terutama glukosa, apabila bersama dengan elektrolit *sodium* dapat berperan dalam menjaga hidrasi tubuh seorang atlet.<sup>36</sup> Dilaporkan bahwa pemanfaatan glukosa sebesar 2% pada minuman isotonik dapat membantu mencegah dehidrasi.<sup>36</sup>

#### **b. Elektrolit**

Sejumlah kecil elektrolit yang umumnya ditambahkan dalam minuman isotonik, yaitu *sodium*, *potassium*, dan *chloride*.<sup>34</sup> Penambahan elektrolit bertujuan untuk membantu menjaga keseimbangan cairan/elektrolit.<sup>34</sup> Penambahan elektrolit ini juga mempengaruhi osmolalitas minuman yang selanjutnya berdampak pada kecepatan absorpsi cairan.<sup>34</sup> Konsentrasi elektrolit dalam minuman isotonik adalah sekitar 10—

25 mmol/L.<sup>36</sup> Konsentrasi elektrolit yang lebih tinggi dapat membahayakan tubuh karena menyebabkan retensi cairan berlebih.<sup>36</sup>

### 2.3 Minuman Berenergi

Minuman berenergi adalah minuman yang mengandung stimulan, seperti kafein dan guarana, dengan berbagai jumlah karbohidrat, protein, asam amino, vitamin, sodium, dan mineral lainnya.<sup>30</sup> Minuman berenergi bertujuan untuk mengatasi kelelahan dan meningkatkan konsentrasi, kewaspadaan, daya tahan, dan suasana hati.<sup>35</sup> Meskipun memberikan berbagai manfaat positif, minuman berenergi ternyata juga memiliki beberapa kekurangan.<sup>35</sup> Minuman ini dapat menimbulkan masalah kesehatan seperti takikardi, hipertensi, insomnia, dan perubahan perilaku, serta eksaserbasi gangguan kejiwaan, aritmia, dan mual.<sup>35</sup> Selain itu, minuman ini juga dikaitkan dengan peristiwa terjadinya erosi gigi.<sup>38</sup> Penelitian yang dilakukan Marshall *et al.* pada anak-anak di Amerika menunjukkan bahwa minuman berenergi meningkatkan resiko terjadinya erosi gigi sebesar 2,4 kali lipat, dimana hal ini dikarenakan pH rendah dan kandungan gula tinggi yang terkandung dalam minuman berenergi.<sup>38</sup>

Minuman berenergi pertama kali muncul di Asia pada tahun 1960.<sup>35</sup> Pada saat itu, sebuah perusahaan di Jepang bernama Taisho memproduksi minuman berenergi yang disebut dengan Lipovitan D. Lipovitan D memiliki kadar kafein dan vitamin yang tinggi.<sup>36</sup> Pada minuman tersebut, juga diberi tambahan taurin dan niasin untuk meningkatkan energi dan konsentrasi.<sup>36</sup> Minuman berenergi baru diluncurkan di Eropa pada tahun 1987, kemudian pasarnya meluas hingga ke seluruh dunia, dan menjadi sangat populer setelah peluncuran merek *Red Bull* di US pada tahun 1997. Sejak saat itu, pasar minuman berenergi tumbuh secara signifikan.<sup>38,39</sup>

Pasar minuman berenergi di Indonesia sendiri dapat dikatakan berkembang pesat.<sup>40</sup> Saat ini, banyak dijumpai berbagai produsen di tanah air yang saling bersaing dalam memproduksi minuman berenergi dan berupaya agar dapat menjadi pilihan masyarakat.<sup>40</sup> Sebuah riset yang dilakukan oleh salah satu lembaga survei nasional yaitu MARS mengatakan bahwa kegiatan ekspor minuman berenergi di Indonesia mengalami pertumbuhan sebesar 7,4% pertahunnya.<sup>40</sup> Secara global, pangsa pasar

minuman berenergi adalah sekitar 55 miliar USD.<sup>36</sup> Sebuah survei menunjukkan bahwa pertumbuhan minuman berenergi di dunia akan meningkat sebesar 3,7% dalam jangka waktu dari tahun 2017 hingga 2022.<sup>36</sup>

### 2.3.1 Kandungan Minuman Berenergi

#### a. Kafein

Kafein merupakan komponen terpenting dari minuman berenergi yang dicampur dengan berbagai komponen lainnya untuk menghasilkan minuman berenergi.<sup>36</sup> Kafein dianggap sebagai agen ergogenik yang dapat meningkatkan kualitas kinerja selama berolahraga dan memperkuat otot serta fungsinya.<sup>36</sup> Kelebihan menggunakan kafein juga tidak baik bagi tubuh, sebab dapat menyebabkan beberapa dampak negatif, seperti kecemasan, insomnia, agitasi, hipertensi, peningkatan palpitasi, dan gangguan pencernaan.<sup>36</sup> Sebagian besar minuman berenergi menggunakan kafein sebagai stimulan sebesar 70–200 mg per porsi 16 ons.<sup>39</sup>

#### b. Taurin

Taurin adalah salah satu komponen utama yang biasanya terkandung dalam minuman tonik atau produk makanan olahraga.<sup>31</sup> Taurin merupakan asam amino yang mengandung sulfur dimana jumlahnya paling melimpah pada manusia dan merupakan konstituen normal dari diet manusia.<sup>39</sup> Taurin disebut juga dengan *2-aminoethanesulfonic acid*.<sup>36</sup> Dalam tubuh manusia, taurin berperan dalam proses detoksifikasi, stabilisasi membran, osmoregulasi, dan mempertahankan kadar kalsium dalam sel.<sup>36</sup>

#### c. Guarana

Guarana dikenal juga sebagai *guaranine*, *Paullinia cupana*, dan *Sapin daceae*. Guarana merupakan sebuah *rainforest vine* yang terdapat di Amazon.<sup>39</sup> Biji guarana mengandung banyak kafein sebesar 2–8%.<sup>39</sup> Antioksidan dan *medicinal activities* yang dimiliki guarana menjadi alasan mengapa tumbuhan ini ditambahkan dalam minuman berenergi.<sup>36</sup> Senyawa polifenol seperti tanin yang terkandung didalamnya mendukung fakta bahwa guarana merupakan antioksidan yang kuat.<sup>36</sup> Guarana juga

mengandung alkaloid purin, seperti *theobromine* dan *theophylline* yang berperan sebagai stimulan.<sup>36,39</sup>

d. Ginseng

Ginseng adalah suatu herba yang berperan sebagai stimulan serta digunakan dalam minuman berenergi untuk meningkatkan energi dalam tubuh manusia dan mengurangi tingkat stres.<sup>36</sup> Ginseng dikenal juga dengan *Panax ginseng* dan secara tradisional telah digunakan sebagai obat di Korea, Jepang, dan China.<sup>36</sup> Ginseng dipercaya dapat digunakan untuk menyembuhkan segala macam penyakit.<sup>36</sup> Beberapa senyawa aktif secara farmakologis terdapat pada ginseng, dimana salah satunya adalah *ginsenosides*.<sup>36</sup>

e. *Glucuronolactone*

*Glucuronolactone* terdapat dalam tubuh manusia secara alami sebagai metabolit yang terbentuk selama proses pemecahan glukosa di hati.<sup>36</sup> *Glucuronolactone* berperan dalam menghilangkan metabolit beracun yang dihasilkan selama proses tersebut.<sup>36</sup> Salah satu minuman berenergi merek *Red bull* terkandung 600 mg *glucuronolactone*.<sup>36</sup>

f. Vitamin B

Vitamin B adalah vitamin terlarut dalam air yang berperan sebagai koenzim untuk fungsi sel yang tepat, terutama fungsi mitokondria dan produksi energi.<sup>39</sup> Vitamin B terdiri atas *thiamine*, *riboflavin*, *niacin*, *pantothenic acid*, *pyridoxine hydrochloride*, *biotin*, *inositol*, dan *cyanocobalamin*. Vitamin B pada minuman berenergi digunakan sebagai bahan untuk mengubah gula menjadi energi, mengingat minuman berenergi mengandung jumlah gula yang sangat banyak.<sup>39</sup> Vitamin B adalah “kunci” yang diperlukan untuk membuka semua energi yang disediakan oleh gula sederhana yang terdapat dalam minuman berenergi.<sup>39</sup>

g. *Ginkgo biloba*

*Ginkgo biloba* dikenal juga dengan sebutan pohon rambut gadis, dimana ekstrak tanaman ini telah digunakan sebagai obat tradisional di China selama berabad-abad.<sup>39</sup> Ekstrak *ginkgo biloba* memiliki sifat antioksidan dan berperan dalam memodifikasi fungsi vasomotor, mengurangi adhesi sel darah ke endotelium, menghambat aktivasi

trombosit dan sel otot polos, dan mempengaruhi radikal bebas yang pada akhirnya mencegah segala jenis cedera di neuron.<sup>36,39</sup>

#### h. *L-Carnitine*

*L-Carnitine* merupakan asam amino yang dihasilkan dari metionin dan lisin.<sup>36</sup> Peran utama dari asam amino ini adalah untuk memecah lemak selama aktivitas fisik dan menyediakan energi dengan mengubah lemak tubuh.<sup>36</sup> Suplemen makanan dengan *L-Carnitine* telah terbukti dapat meningkatkan konsumsi oksigen maksimal dan menurunkan *respiratory quotient*.<sup>39</sup>

#### i. Gula

Gula merupakan komponen dasar untuk menghasilkan energi di dalam tubuh, dimana glukosa menjadi karbohidrat utama yang mudah dioksidasi oleh otot rangka untuk memproduksi energi.<sup>39</sup> Minuman berenergi biasanya mengandung gula seperti sirup jagung tinggi fruktosa atau sukrosa.<sup>39</sup> Pemberian glukosa atau karbohidrat lainnya sebelum, saat, dan setelah aktivitas fisik yang lama (>1 jam) terbukti dapat menunda terjadinya kelelahan, menghemat glikogen, dan meningkatkan kinerja.<sup>39</sup> Jumlah gula yang disediakan dalam satu kaleng atau sekitar 500 ml minuman berenergi biasanya sekitar 54 gram.<sup>39</sup>

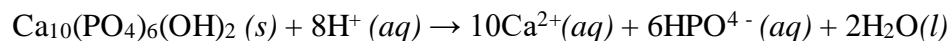
## 2.4 Demineralisasi dan Remineralisasi Gigi

### 2.4.1 Demineralisasi

Demineralisasi adalah suatu proses terlarutnya mineral yang terdapat pada enamel karena adanya interaksi dengan asam.<sup>41</sup> Demineralisasi terjadi saat pH di rongga mulut lebih rendah daripada kondisi normal, dimana kondisi ini mendorong kalsium dan fosfat yang terkandung di dalam gigi ke biofilm guna mengupayakan tercapainya keseimbangan, sehingga menyebabkan hilangnya mineral dari gigi.<sup>42</sup> Kondisi larutnya mineral gigi ini terjadi saat lingkungan rongga mulut berada pada suasana asam, yakni pH dibawah 5,5 atau umumnya berkisar pada pH 2,3 hingga 3,6 dan saat konsentrasi asam yang tidak terdisosiasi lebih tinggi di permukaan enamel, dibandingkan di dalam enamel.<sup>9,10,43,44</sup> Demineralisasi tak hanya berkaitan erat dengan derajat keasaman, tetapi juga pada lamanya kondisi asam terjadi di rongga mulut.<sup>43</sup> Proses demineralisasi yang terjadi secara terus menerus dapat menyebabkan

terbentuknya porositas pada gigi yang berujung pada terjadinya suatu kondisi patologis.<sup>9</sup> Demineralisasi dapat dihentikan apabila pH rongga mulut meningkat, jumlah kalsium atau fosfat yang terkandung dalam saliva tinggi, modifikasi diet, konsentrasi fluor, atau pembersihan plak, sehingga dapat memicu terjadinya remineralisasi.<sup>9,43</sup>

Demineralisasi terjadi melalui proses difusi yang merupakan proses perpindahan molekul atau ion terlarut dalam air ke atau dari enamel menuju saliva dikarenakan adanya perbedaan konsentrasi air asam pada permukaan enamel gigi.<sup>10</sup> Air asam ini memiliki konsentrasi yang tinggi. pH awal yang rendah akan berdifusi ke dalam enamel melalui kisi kristal dan tubulus enamel prismatic yang mengandung air dan protein matriks organik.<sup>10</sup> Ketika asam berdifusi melalui plak dan ke dalam porositas permukaan bawah enamel, ia akan berdisosiasi untuk menghasilkan ion hidrogen.<sup>10</sup> Ion hidrogen ini dapat berinteraksi dengan fosfat yang terkandung di dalam kristal hidroksiapatit pada gigi.<sup>9</sup> Dari interaksi ini akan terjadi perubahan struktur dari  $\text{PO}_4^{3-}$  menjadi  $\text{HPO}_4^{2-}$ , dimana perubahan struktur ini menyebabkan kristal hidroksiapatit menjadi tidak seimbang, sehingga terjadilah kelarutan.<sup>9</sup> Proses ini secara singkat dapat digambarkan sebagai berikut:<sup>9</sup>



#### 2.4.2 Remineralisasi

Remineralisasi adalah suatu proses penyisipan kembali ion kalsium dan fosfat pada kristal hidroksiapatit yang telah mengalami pelarutan.<sup>45</sup> Proses ini dapat berperan sebagai pencegah dan penyembuh demineralisasi terutama pada tahap awal atau belum parah.<sup>7</sup> Salah satu faktor biologis yang dapat mendorong terjadinya proses remineralisasi ini adalah saliva.<sup>7</sup> Saliva mengandung kalsium dan fosfat yang dapat membantu mempertahankan serta meningkatkan derajat kejenuhan pada mineral gigi, sehingga menghambat terjadinya demineralisasi dan menstimulus terjadinya remineralisasi.<sup>7</sup> Sekresi saliva juga dapat meningkatkan pH mulut, hal ini disebabkan karena terjadinya peningkatan bikarbonat yang berperan dalam menjalankan fungsi

saliva sebagai *buffer*.<sup>25</sup> Faktor lain yang mendorong terjadinya remineralisasi adalah keberadaan fluoride.<sup>45</sup>

## 2.5 Erosi Gigi

Erosi gigi adalah kerusakan jaringan keras gigi yang bersifat kronik dan terlokalisir dimana melibatkan kelarutan pada enamel dan dentin yang disebabkan karena asam non-bakterial atau dari aksi zat pengkelat pada permukaan gigi.<sup>46</sup> Erosi gigi merupakan kerusakan jaringan keras gigi bersifat *irreversible* yang disertai dengan pelunakan pada permukaan gigi secara progresif karena adanya serangan asam.<sup>47</sup> Dampak dari kerusakan ini tidak hanya menyebabkan perubahan fungsi dan estetika, tetapi juga dapat mempengaruhi kesehatan mulut secara umum.<sup>48</sup> Erosi gigi yang dibiarkan saja dapat terus berkembang hingga melibatkan terjadinya kerusakan di lapisan dentin dan bukan tidak mungkin juga akan mengenai ruang pulpa.<sup>49</sup> Kerusakan dari jaringan keras gigi ini dapat menyebabkan terjadi fraktur pada enamel serta oklusal gigi yang mengalami penurunan dimensi vertikal, dimana hal ini berimbas pada terganggunya proses pengunyahan.<sup>49</sup> Dalam keadaan lebih parah, kerusakan pada jaringan keras gigi juga dapat meningkatkan hipersensitifitas dentin dan peradangan pada pulpa yang mengakibatkan seseorang mengeluhkan rasa ngilu.<sup>49</sup>

Etiologi dari erosi gigi adalah multifaktorial.<sup>47,48,50</sup> Erosi gigi tidak dapat terjadi apabila hanya satu faktor saja yang terlibat, namun harus ada keterkaitan dengan faktor-faktor lainnya.<sup>49</sup> Faktor-faktor ini akan saling berinteraksi sehingga akan menghasilkan efek resiko atau bahkan dapat pula menjadi efek proteksi terhadap kerusakan jaringan keras gigi ini.<sup>49</sup> Interaksi inilah yang menyebabkan setiap orang memiliki reaksi yang berbeda, dimana beberapa orang dapat lebih beresiko terkena erosi gigi dibandingkan orang lain.<sup>49</sup> Adapun faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadi erosi gigi yaitu:

### a. Faktor kimia

Faktor kimia dinilai sebagai etiologi erosi gigi berupa paparan kronis gigi terhadap asam ekstrinsik atau intrinsik di saat kondisi cairan mulut berada di bawah jenuh sehubungan dengan mineral gigi.<sup>47</sup> Asam ekstrinsik merupakan produk bersifat asam yang dapat dikonsumsi.<sup>48</sup> Contoh asam ekstrinsik ini diantaranya minuman

ringan berkarbonasi, minuman olahraga, minuman energi, jus, buah jeruk, obat-obatan, makanan seperti saus salad atau cuka, dan bahan *bleaching* gigi.<sup>48</sup> Tablet yang mengandung vitamin C, aspirin, atau asam klorida secara langsung dapat menyebabkan penurunan pada pH rongga mulut karena bersifat asam.<sup>51</sup> Antihistamin, antiemetik, dan beberapa obat dapat menyebabkan berkurangnya laju aliran saliva sedangkan bronkodilator dinilai dapat mengurangi sekresi saliva sehingga menyebabkan erosi gigi.<sup>51</sup> Dari segala jenis asam yang paling umum dikonsumsi seperti asam sitrat, malat, fosfat, laktat, dan tartarat, asam sitrat menjadi asam yang sangat erosif dikarenakan kemampuannya yang dapat mengikat kalsium yang ada pada enamel bahkan setelah pH rongga mulut dinaikkan.<sup>51</sup> Berbeda dengan asam ekstrinsik yang biasanya akibat dari konsumsi sesuatu, asam intrinsik merupakan akibat dari beberapa penyakit yang menyebabkan regurgitasi asam ke dalam rongga mulut.<sup>47</sup> Contohnya pada pasien dengan gangguan psikologis, seperti anoreksia dan bulimia, serta pada penderita *gastro esophageal reflux disease* (GERD), muntah dan regurgitasi meningkatkan resiko terjadinya erosi gigi.<sup>47</sup>

b. Faktor biologi

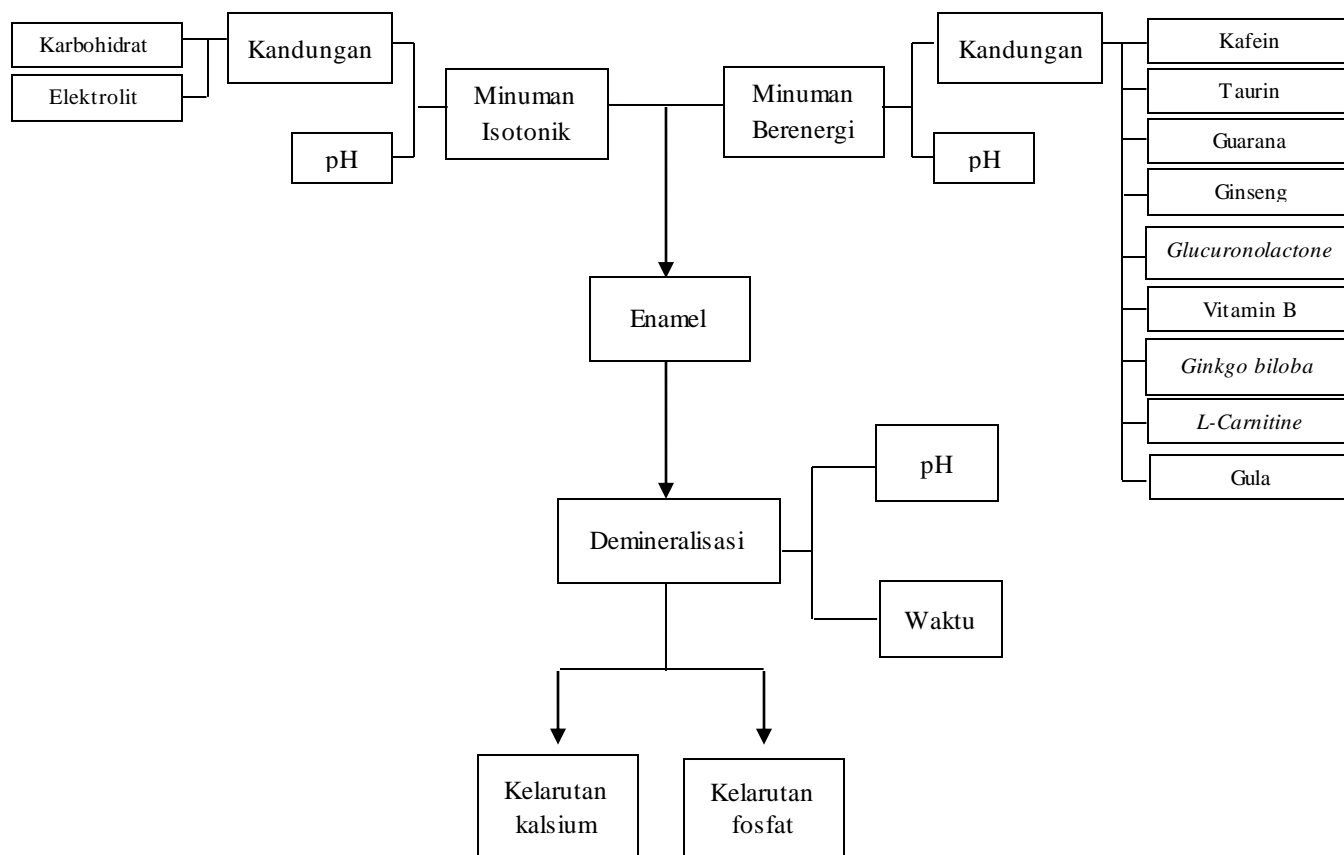
Sifat proteksi saliva, kecepatan aliran dan kapasitas buffer, *acquired dental pellicle*, morfologi dan posisi gigi yang berkaitan dengan jaringan lunak dan lidah menjadi faktor biologi yang mempengaruhi hasil kerusakan jaringan keras gigi ini.<sup>47</sup> Saliva memiliki peran utama diantara faktor biologi lainnya karena kemampuannya untuk melarutkan, menetralkan dan menolak perubahan yang terjadi akibat adanya agen asam.<sup>48</sup> Berkurangnya sekresi saliva dapat menjadi faktor resiko dalam perkembangan erosi enamel gigi.<sup>46</sup> Penurunan sekresi saliva biasanya terjadi pada malam hari, sehingga mengonsumsi produk dengan potensi erosi yang tinggi sebelum tidur dapat meningkatkan kerentanan jaringan terhadap kerusakan.<sup>46</sup> *Acquired dental pellicle* memiliki peran protektif dengan bertindak sebagai penghalang untuk mencegah kontak antara jaringan gigi dan asam lemak dengan tujuan menghambat terjadinya erosi gigi.<sup>48</sup>

c. Faktor perilaku

Kebiasaan konsumsi makanan dan minuman dengan kandungan asam yang tinggi semakin mengalami peningkatan dalam beberapa dekade terakhir.<sup>47</sup> Potensi erosi pada makanan dan minuman tidak hanya dikaitkan dengan pH, tetapi juga dengan frekuensi, intensitas, dan cara konsumsi, serta kedekatan antara konsumsi makanan dan minuman bersifat asam dengan menyikat gigi.<sup>50</sup> Dengan menambahkan fosfat dan senyawa kalsium dalam minuman dapat berguna untuk mengurangi perkembangan perubahan erosif ke tingkat yang parah dan mendukung terjadinya remineralisasi pada permukaan gigi.<sup>46</sup> Efek asam yang dikombinasikan dengan aksi mekanis pada enamel dapat menyebabkan peningkatan kerusakan pada jaringan keras gigi, misalnya ketika gigi disikat dengan keras sesaat setelah mengonsumsi produk asam.<sup>46</sup> Menyikat gigi saat keadaan seperti itu dapat menyebabkan pengikisan pada permukaan gigi, sebab permukaan gigi sedang berada dalam fase pelunakan akibat terjadinya penurunan pH rongga mulut.<sup>47</sup>

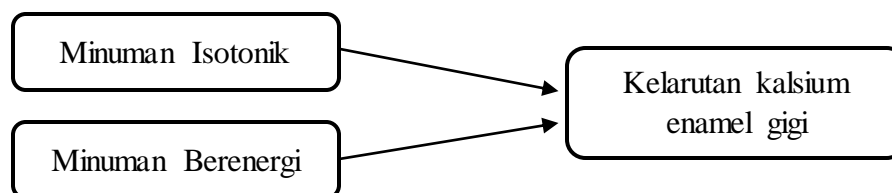
Tanda klinis awal pada erosi gigi ditandai dengan hilangnya struktur enamel dan penampilan yang mengkilap, selain itu juga terdapat *cupping* pada cusp dan perataan struktur oklusal.<sup>52</sup> Pada tahap selanjutnya, morfologi oklusal dapat benar-benar hilang dengan permukaan berlubang dan pada gigi dengan restorasi akan tampak restorasi yang lebih tinggi dibandingkan struktur gigi di sekelilingnya.<sup>52</sup> Pada permukaan gigi yang halus terutama di bagian fasial, akan muncul daerah cembung atau cekung, dimana lesi ini biasanya terletak di koronal dari *cemento-enamel junction* dengan tepi enamel yang utuh di sepanjang margin gingiva, hal ini mungkin disebabkan karena sisa-sisa plak yang bertindak sebagai difusi asam atau efek netralisasi cairan sulkus gingiva yang sedikit basa.<sup>52</sup>

## 2.6 Kerangka Teori



Gambar 6. Kerangka Teori

## 2.7 Kerangka Konsep



Gambar 7. Kerangka Konsep

## **2.8 Hipotesis**

### **2.8.1 Hipotesis Mayor**

Terdapat perbandingan kelarutan kalsium enamel gigi yang signifikan terhadap perendaman minuman isotonik dan minuman berenergi.

### **2.8.2 Hipotesis Minor**

- 1) Konsentrasi ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik dan minuman berenergi setelah perendaman gigi selama 60 menit lebih tinggi dibandingkan perendaman gigi selama 30 dan 5 menit.
- 2) Konsentrasi ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik dan berenergi setelah perendaman gigi selama 30 menit lebih tinggi dibandingkan perendaman gigi selama 5 menit.
- 3) Kelarutan kalsium gigi lebih tinggi pada perlakuan 60 menit dibandingkan perlakuan 30 dan 5 menit.
- 4) Kelarutan kalsium gigi lebih tinggi pada perlakuan 30 menit dibandingkan perlakuan 5 menit.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini adalah Ilmu Kedokteran Gigi khususnya Ilmu Konservasi Gigi.

#### **3.2 Jenis dan Rancangan Penelitian**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian menggunakan *time-series design*.

#### **3.3 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Preklinik Kedokteran Gigi, Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran, dan Laboratorium Ilmu Nutrisi Pakan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2022.

#### **3.4 Sampel Penelitian**

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah gigi premolar permanen manusia yang memenuhi kriteria.

##### **3.4.1 Kriteria Inklusi**

- 1) Gigi premolar permanen *post* ekstraksi karena dicabut dalam kondisi baik (pencarian ruang dalam perawatan orthodonti)<sup>53</sup>
- 2) Bebas karies
- 3) Bebas abrasi
- 4) Mahkota utuh atau tidak ada fraktur

##### **3.4.2 Kriteria Eksklusi**

- 1) Gigi yang telah dipreparasi
- 2) Gigi dengan restorasi

##### **3.4.3 Cara Sampling**

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *simple random sampling*.

### 3.4.4 Besar Sampel

Jumlah sampel dihitung dengan menggunakan rumus *Federer*.

$$\begin{aligned}(n-1)(t-1) &\leq 15 \\(n-1)(3-1) &\leq 15 \\(n-1)2 &\leq 15 \\2n - 2 &\leq 15 \\2n &\leq 15 + 2 \\2n &\leq 17 \\n &= 8.5\end{aligned}$$

Keterangan :

n : banyaknya ulangan

t : banyaknya perlakuan

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan rumus tersebut, maka diperoleh  $n = 8.5$ , yang apabila dibulatkan menjadi  $n = 9$ . Maka jumlah ulangan sebanyak 9. Besar sampel gigi premolar permanen manusia yang diperlukan dalam penelitian ini adalah 27 gigi yang dibagi menjadi 3 kelompok. Namun berdasarkan pertimbangan peneliti maka setiap kelompok telah ditambahkan 1 gigi premolar permanen manusia sebagai cadangan, adapun koreksi atau penambahan jumlah sampel ini didapatkan berdasar dari prediksi sampel *drop out* dari penelitian.

Jumlah sampel yang dihitung :

$$\begin{aligned}n' &= \frac{n}{1-f} \\n' &= \frac{9}{1-0,1} \\n' &= 10\end{aligned}$$

Keterangan :

n' : jumlah sampel setelah dikoreksi

n : jumlah sampel berdasarkan estimasi sebelumnya

f : perkiraan proporsi *drop out* (10%)

Sehingga, banyaknya sampel yang diperlukan dalam penelitian ini adalah 30 gigi premolar permanen manusia.

### 3.4.5 Pengelompokan Sampel

Pada penelitian ini digunakan 30 gigi premolar permanen manusia yang akan dibagi menjadi 3 kelompok, dimana masing-masing kelompok terdiri dari 10 sampel. Adapun rincian pembagian kelompok adalah sebagai berikut :

Kelompok I : 10 gigi premolar permanen manusia yang direndam dalam minuman isotonik selama 5, 30, dan 60 menit.<sup>8</sup>

Kelompok II : 10 gigi premolar permanen manusia yang direndam dalam minuman berenergi selama 5, 30, dan 60 menit.<sup>8</sup>

Kelompok III (kontrol) : 10 gigi premolar permanen manusia yang direndam dalam aquadest selama 5, 30, dan 60 menit.<sup>8</sup>

## 3.5 Variabel Penelitian

### 3.5.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dari penelitian ini adalah minuman isotonik dan minuman berenergi.

### 3.5.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dari penelitian ini adalah kelarutan kalsium gigi.

### 3.5.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol dari penelitian ini adalah lamanya waktu perendaman gigi dalam larutan, volume minuman isotonik dan berenergi, serta alat pengukuran jumlah ion kalsium.

## 3.6 Definisi Operasional

**Tabel 2.** Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Variabel	Unit	Skala
1.	Minuman isotonik	Minuman isotonik adalah salah satu minuman olahraga dengan kandungan utamanya seperti karbohidrat, mineral,	Kelompok	Nominal

---

dan elektrolit. Minuman ini mengandung konsentrasi garam dan gula yang setara dengan tubuh, sehingga sering dikonsumsi untuk mengganti cairan tubuh yang hilang setelah olahraga. Minuman isotonik memiliki pH berkisar 2,4–4,5. Pada penelitian ini, produk minuman isotonik yang digunakan adalah Pocari Sweat.

---

2. Minuman berenergi	Minuman berenergi adalah minuman yang mengandung stimulan, dengan komponen utamanya seperti kafein, karbohidrat, asam amino, protein, vitamin, dan mineral lainnya. Minuman ini dikonsumsi dengan tujuan mengatasi kelelahan dan meningkatkan konsentrasi, kewaspadaan, daya tahan, dan suasana hati. Pada penelitian ini, produk minuman berenergi yang digunakan adalah Kratingdaeng.	Kelompok	Nominal
3. Kelarutan kalsium gigi	Kelarutan kalsium gigi adalah jumlah ion kalsium gigi yang	mg/L	Rasio

---

---

terlarut selama perendaman dalam minuman isotonik dan minuman berenergi. Dalam penelitian ini, untuk mengukur jumlah ion kalsium gigi menggunakan alat *Atomic Absorbtion Spectrophotometer*.

---

### **3.7 Prosedur Penelitian**

#### **3.7.1 Bahan**

- 1) Minuman isotonik merk Pocari Sweat
- 2) Minuman berenergi merk Kratingdaeng
- 3) Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 65%
- 4) Aquabidest
- 5) Aquadest
- 6) Saliva buatan

#### **3.7.2 Alat**

- 1) Erlenmeyer
- 2) *Beaker glass* 25 ml
- 3) Labu ukur 25 ml
- 4) Wadah atau pot plastik 30 ml
- 5) Benang
- 6) Cat kuku
- 7) Pipet tetes
- 8) Kertas saring *whatman* No. 42
- 9) *Atomic Absorbtion Spectrophotometer*
- 10) *Hotplate*
- 11) Stopwatch
- 12) Spidol

- 13) Label
- 14) pH meter
- 15) Masker dan handscoon

### **3.7.3 Jenis data**

Jenis data dalam penelitian ini menggunakan data primer yang mana data diperoleh secara langsung oleh peneliti melalui pengamatan terhadap sampel penelitian. Data primer yang didapatkan adalah jumlah ion kalsium yang terkandung dalam masing-masing larutan sebelum dan sesudah perlakuan pada tiap kelompok.

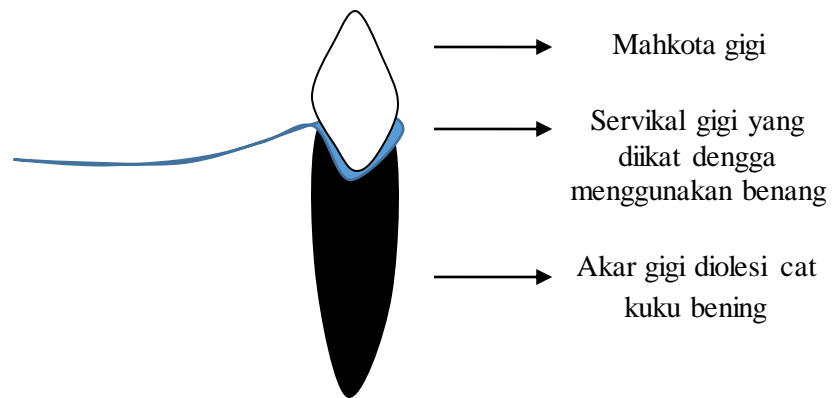
### **3.7.4 Tahapan kerja**

Tahapan kerja dalam penelitian ini terdiri dari persiapan sampel, pengukuran jumlah ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik, minuman berenergi dan aqudest sebelum perlakuan; perendaman sampel dalam minuman isotonik, minuman berenergi, dan aqudest; serta pengukuran jumlah ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik, minuman berenergi, dan aqudest setelah perendaman gigi.

#### **3.7.4.1 Persiapan sampel**

Sebanyak 30 gigi premolar permanen manusia yang sesuai dengan kriteria dibersihkan dengan air kemudian dikeringkan dan disimpan dalam saliva buatan. Bagian akar gigi diolesi dengan menggunakan cat kuku bening dan bagian servikal diikat dengan menggunakan benang. Tiga puluh gigi tersebut dibagi menjadi 3 kelompok, dimana masing-masing kelompok terdiri dari 10 sampel. Adapun pembagian sampel adalah sebagai berikut :

- Kelompok 1 : 10 gigi premolar permanen manusia direndam dalam minuman isotonik selama 5, 30, dan 60 menit.
- Kelompok 2 : 10 gigi premolar permanen manusia direndam dalam minuman berenergi selama 5, 30, dan 60 menit.
- Kelompok 3 : 10 gigi premolar permanen manusia direndam dalam aquadest selama 5, 30, dan 60 menit.



**Gambar 8.** Gambaran Persiapan Sampel



→ Bagian benang di dekat apikal gigi diisolasi agar posisi gigi seimbang dan ujung benang juga diisolasi agar tidak lepas

**Gambar 9.** Posisi Gigi dalam Wadah

#### **3.7.4.2 Pengukuran pH dan jumlah ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik, minuman berenergi, dan aquadest (sebelum perlakuan)**

Minuman isotonik, minuman berenergi, dan aquadest yang digunakan dalam penelitian ini dipersiapkan, lalu diukur pH dan jumlah ion kalsium masing-masing sebelum diberi perlakuan. Pengukuran pH larutan dilakukan dengan menggunakan pH meter. Pengukuran jumlah ion kalsium dilakukan dengan cara 5 ml aquabidest dan 2 ml larutan asam nitrat 65% ditambahkan ke dalam 3 ml minuman isotonik dan berenergi. Larutan tersebut dipanaskan pada *hotplate*. Kemudian larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 25 ml dan ditambahkan aquabidest agar volume larutan mencapai 25 ml. Larutan dikocok hingga homogen. Larutan disaring dengan kertas Whatman No.42. Pengukuran

jumlah ion kalsium pada larutan tersebut diukur menggunakan *Atomic Absorbtion Spectrophotometer* dengan panjang gelombang 420 nm.



**Gambar 10.** Pengukuran pH minuman isotonik, minuman berenergi, dan aquadest

#### **3.7.4.3 Perendaman sampel minuman isotonik, minuman berenergi, dan aquadest**

Minuman isotonik, minuman berenergi, dan aquadest dimasukan satu persatu ke dalam wadah. Wadah yang berisi minuman isotonik diberi label A1-A10, wadah yang berisi minuman berenergi diberi label B1-B10, dan wadah yang berisi aquadest diberi label C1-C10. Setiap wadah berisi 10 ml larutan. Setiap sampel gigi direndam dalam masing-masing larutan selama 5 menit. Setelah perendaman selama 5 menit, larutan pada kelompok A, B, dan C diambil sebesar 3 ml. Kemudian gigi direndam kembali selama 30 menit. Setelah perendaman selama 30 menit, larutan pada kelompok A, B, dan C diambil kembali sebesar 3 ml. Lalu gigi direndam kembali selama 60 menit. Setelah perendaman selama 60 menit, larutan pada kelompok A, B, dan C diambil kembali sebesar 3 ml.



**Gambar 11.** Perendaman gigi dalam larutan

#### **3.7.4.4 Pengukuran jumlah ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik, minuman berenergi, dan aquadest setelah perendaman gigi**

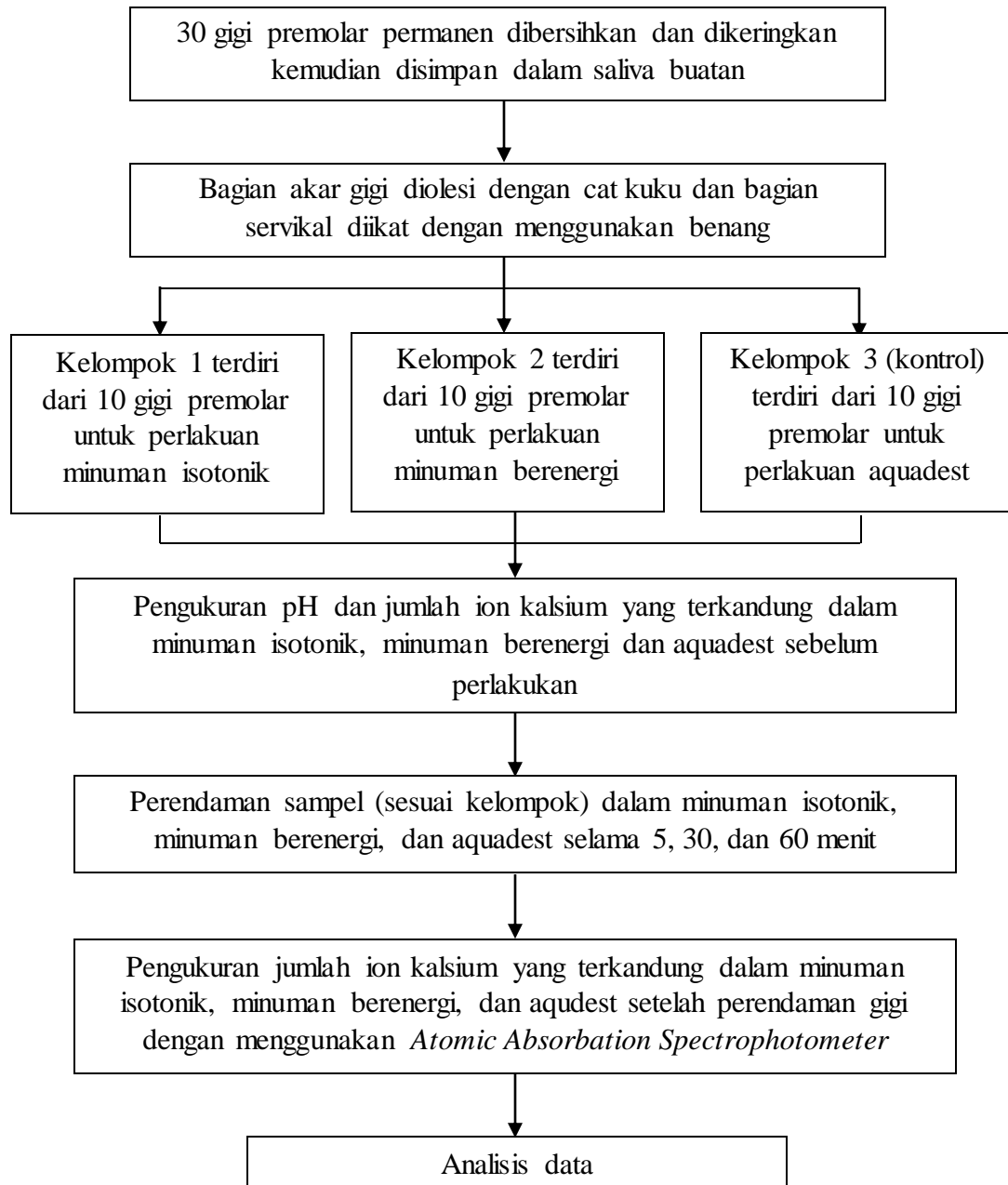
Setiap larutan diberi perlakuan destruksi asam dengan cara 5 ml aquabidest dan 2 ml asam nitrat 65% ditambahkan. Penambahan ini bertujuan untuk memecahkan senyawa menjadi unsur dengan menggunakan pelarut asam sehingga memudahkan proses analisis ion kalsium. Setiap larutan dipanaskan dengan menggunakan *hotplate*. Setelah dipanaskan, setiap larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 25 ml dan ditambahkan aquabidest agar mencapai volume larutan sebesar 25 ml. Setiap larutan dikocok sampai homogen. Kemudian, setiap larutan disaring dengan menggunakan kertas saring *Whatman* No. 42 dan dipindahkan ke dalam botol atau wadah. Penyaringan ini bertujuan untuk

mendapatkan larutan yang terbebas dari partikel-partikel lain yang dapat mempengaruhi pengukuran. Jumlah ion kalsium dalam larutan diukur menggunakan alat *Atomic Absorbition Spectrophometer* dengan mengikuti prosedur pengoperasian alat. Panjang gelombang yang digunakan adalah 420 nm sesuai dengan standar panjang gelombang untuk mengukur jumlah ion kalsium. Proses pengukuran ditunggu sampai selesai dan hasil analisis dapat dilihat pada layar komputer yang satu perangkat dengan alat.



**Gambar 12.** Pengukuran konsentrasi ion kalsium.

### 3.8 Alur Penelitian



**Gambar 13.** Alur Penelitian

### 3.9 Analisis Data

Data yang didapatkan dari penelitian ini diuji dengan menggunakan aplikasi *software IBM SPSS Statistics*. Adapun uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji normalitas dan uji homogenitas. Dalam penelitian ini untuk melihat sebaran distribusi data digunakan uji *Shapiro Wilk* karena jumlah sampel  $<50$ , sedangkan untuk melihat varians data digunakan uji *Levene Test*. Pada penelitian ini didapatkan data terdistribusi normal dan memiliki varians yang sama, maka dilanjutkan dengan menggunakan uji parametrik *One Way Anova* dengan nilai signifikansi  $p < 0,05$ . Kemudian dilanjutkan dengan uji *post hoc LSD (Least Significant Difference)* untuk mengetahui kelompok yang terdapat perbedaan yang bermakna. Selanjutnya, untuk melihat perbandingan dua rata-rata sampel yang berpasangan atau subyek yang diuji sebelum dan sesudah perlakuan dilakukan dengan menggunakan uji *paired t test* berpasangan dengan nilai signifikansi  $p < 0,05$ .

### 3.10 Etika Penelitian

Penelitian ini tidak memerlukan *ethical clearance* dikarenakan objek yang digunakan tidak melibatkan subyek manusia ataupun penggunaan hewan coba. Hal ini sesuai dengan Surat Keterangan Nomor 005/KPEK/FK UNDIP/II/2022 yang dikeluarkan oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro pada tanggal 4 Februari 2022.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *time-series design* yang dilaksanakan pada bulan Februari 2022. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan kelarutan kalsium enamel gigi terhadap perendaman dalam minuman isotonik dan minuman berenergi.

Penelitian ini dilaksanakan pada 3 laboratorium berbeda yakni Laboratorium Preklinik Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro sebagai tempat untuk melakukan pembersihan gigi premolar permanen manusia, Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro sebagai tempat untuk melakukan perendaman gigi premolar dalam larutan dan pemanasan larutan dalam proses destruksi, serta Laboratorium Ilmu Nutrisi Pakan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro sebagai tempat untuk mengukur kadar kelarutan kalsium dalam larutan dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer*.

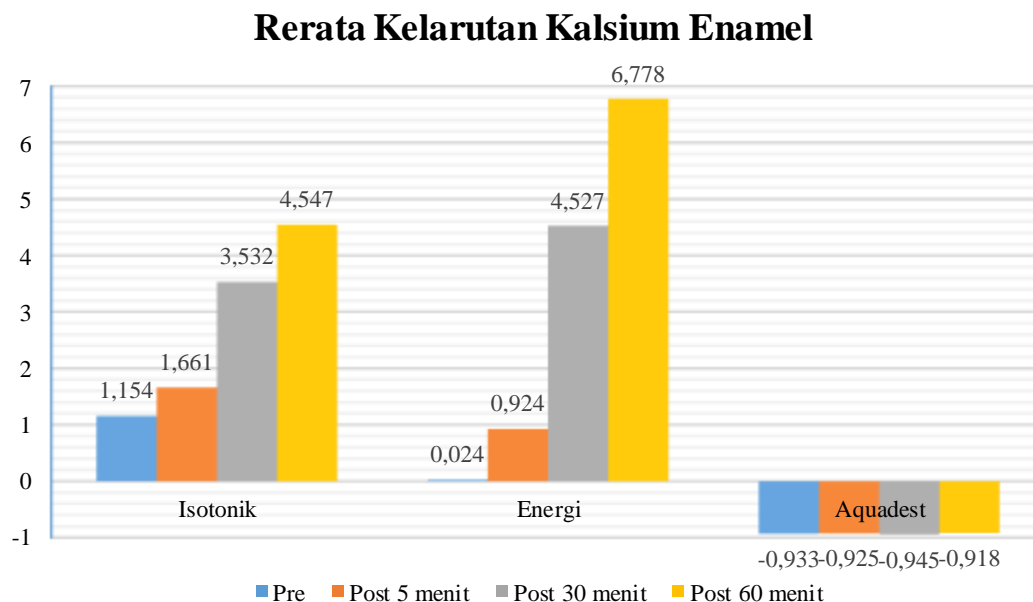
Penelitian ini menggunakan 30 gigi premolar permanen manusia yang dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok I perendaman dalam minuman isotonik, kelompok II perendaman dalam minuman berenergi, dan kelompok III perendaman dalam aquadest. Nilai kelarutan kalsium dinyatakan dalam bentuk satuan mg/L. Nilai rerata konsentrasi ion kalsium dalam larutan sebelum dan sesudah perendaman gigi selama 5, 30, dan 60 menit pada masing-masing kelompok tertera pada tabel 3.

**Tabel 3.** Rerata perubahan konsentrasi ion kalsium enamel gigi (mg/L)

<b>Kelompok</b>	<b>Konsentrasi ion kalsium sebelum perendaman (mg/L)</b>	<b>Konsentrasi ion kalsium sesudah perendaman (mg/L)</b>	<b>Rerata selisih sesudah dan sebelum (mg/L)</b>	<b>Rerata kelarutan kalsium</b>
Isotonik 5 menit	1,514	1,661	0,147	
Isotonik 30 menit	1,514	3,532	2,018	1,733
Isotonik 60 menit	1,514	4,547	3,034	
Energi 5 menit	0,024	0,924	0,900	
Energi 30 menit	0,024	4,527	4,503	4,052
Energi 60 menit	0,024	6,778	6,753	
Aquadest 5 menit	-0,933	-0,925	0,007	
Aquadest 30 menit	-0,933	-0,945	-0,013	0,009
Aquadest 60 menit	-0,933	-0,918	0,015	

Dari data pada tabel 3, diperoleh bahwa terdapat perbedaan rerata konsentrasi ion kalsium sebelum dan sesudah perendaman pada masing-masing kelompok. Pada kelompok minuman isotonik diperoleh hasil bahwa konsentrasi ion kalsium tertinggi berada pada kelompok perendaman selama 60 menit yakni dengan rerata sebesar 3,034 mg/L, kemudian diikuti oleh kelompok perendaman selama 30 menit dengan rerata sebesar 2,018 mg/L, sedangkan kelompok perendaman selama 5 menit memiliki rerata terkecil yakni sebesar 0,147 mg/L. Pada kelompok minuman berenergi untuk konsentrasi ion kalsium tertinggi juga berada pada kelompok perendaman selama 60 menit dengan rerata sebesar 6,753 mg/L, kemudian diikuti oleh kelompok perendaman selama 30 menit dengan rerata sebesar 4,503 mg/L, dan kelompok perendaman selama 5 menit dengan rerata terkecil sebesar 0,900 mg/L. Pada kelompok aquadest sebagai kelompok kontrol diperoleh rerata sebesar 0,007 mg/L untuk kelompok perendaman selama 5 menit, kemudian -0,013 mg/L untuk kelompok perendaman selama 30 menit, dan 0,015 mg/L untuk perendaman selama 60 menit. Nilai negatif yang terdapat pada

kelompok aquadest ini menandakan bahwa larutan tersebut tidak mengandung kalsium. Grafik nilai rerata selisih konsentrasi ion kalsium pada masing-masing kelompok dapat dilihat pada Gambar 14.



**Gambar 14.** Grafik rerata kelarutan kalsium enamel gigi

**Tabel 4.** Uji normalitas *Shapiro-Wilk*

Kelompok		Signifikansi ( <i>p</i> )
Isotonik	5 menit	0,458*
	30 menit	0,808*
	60 menit	0,666*
Energi	5 menit	0,936*
	30 menit	0,946*
	60 menit	0,599*
Aquadest	5 menit	0,870*
	30 menit	0,592*
	60 menit	0,620*

\*Signifikan :  $p > 0,05$

Dari data pada tabel 4, diperoleh bahwa data terdistribusi normal, karena dari hasil uji normalitas dengan *Shapiro-Wilk* masing-masing data menunjukkan nilai

signifikansi  $p > 0.05$ .

**Tabel 5.** Uji homogenitas *Levene's Test*

Uji homogenitas	Signifikansi ( $p$ )
Levene's test	0,070*

\*Signifikan :  $p > 0,05$

Dari data pada tabel 5, diperoleh bahwa data memiliki varians yang sama, karena dari hasil uji homogenitas dengan *Levene's test* menunjukkan nilai signifikansi 0,070 ( $p > 0,05$ ). Dikarenakan data berdistribusi normal dan memiliki varians yang sama, maka dilanjutkan dengan menggunakan uji parametrik. Pada penelitian ini, digunakan dua uji parametrik, yaitu uji *One Way Anova* untuk mengetahui kelompok yang terdapat perbedaan yang bermakna dan uji *Paired T Test* untuk melihat perbandingan dua rata-rata sampel yang berpasangan atau subyek yang diuji sebelum dan sesudah perlakuan.

**Tabel 6.** Uji Anova

Uji parametrik	Signifikansi ( $p$ )
<i>One Way Anova</i>	0,000*

\*Signifikansi :  $p < 0,05$

Dari data pada tabel 6, diperoleh bahwa masing-masing data memiliki perbedaan rerata selisih kelarutan kalsium enamel gigi secara signifikan, karena dari hasil uji parametrik dengan menggunakan *One Way Anova* menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ( $p < 0,05$ ) atau nilai jauh di belakang koma.

**Tabel 7.** Uji *Post-Hoc LSD*

<b>Kel.</b>	<b>Iso</b>	<b>Iso</b>	<b>Iso</b>	<b>Ene</b>	<b>Ene</b>	<b>Ene</b>	<b>Aq</b>	<b>Aq</b>	<b>Aq</b>
	<b>(5)</b>	<b>(30)</b>	<b>(60)</b>	<b>(5)</b>	<b>(30)</b>	<b>(60)</b>	<b>(5)</b>	<b>(30)</b>	<b>(60)</b>
<b>Iso(5)</b>	-	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,012*	0,004*	0,017*
<b>Iso(30)</b>	0,000*	-	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
<b>Iso(60)</b>	0,000*	0,000*	-	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
<b>Ene(5)</b>	0,000*	0,000*	0,000*	-	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
<b>Ene(30)</b>	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	-	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
<b>Ene(60)</b>	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	-	0,000*	0,000*	0,000*
<b>Aq(5)</b>	0,012*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	-	0,717	0,890
<b>Aq(30)</b>	0,004*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,717	-	0,616
<b>Aq(60)</b>	0,017*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,890	0,616	-

\*Signifikansi :  $p < 0,05$

Dari data pada tabel 7, diperoleh bahwa data dari masing-masing kelompok minuman isotonik memiliki perbedaan rerata selisih kelarutan kalsium yang signifikan terhadap masing-masing kelompok minuman berenergi dan aquadest, begitupun juga dengan masing-masing kelompok minuman berenergi memiliki perbedaan rerata selisih kelarutan kalsium yang signifikan terhadap masing-masing kelompok minuman isotonik dan aquadest. Dimana hal ini dapat dilihat dari uji *Post Hoc LSD* yang menunjukkan bahwa masing-masing kelompok tersebut memiliki nilai signifikansi  $p < 0,05$ . Pada kelompok aquadest terdapat perbedaan rerata selisih kelarutan kalsium yang signifikan terhadap masing-masing kelompok isotonik dan berenergi, namun pada antar kelompok perendaman aquadest selama 5, 30, dan 60 menit tidak memiliki perbedaan rerata yang signifikan, dikarenakan nilai  $p > 0,05$ .

**Tabel 8.** Uji *Paired T-Test*

Kelompok	Rerata	Standar Deviasi	Interval		t	Derajat Kebebasan	(p)
			Kepercayaan 95%				
			Batas Bawah	Batas Atas			
Iso 5 (Pre-Post)	-1474,7	895,8	-2115,5	-833,9	-5,2	9	0,001*
Iso 30 (Pre-Post)	-20184,9	1578,1	-21313,8	-19055,9	-40,4	9	0,000*
Iso 60 (Pre-Post)	-30337,6	1461,4	-31397,3	-29277,9	-64,8	9	0,000*
Ene 5 (Pre-Post)	-8999,8	1477,6	-10056,8	-7942,8	-19,3	9	0,000*
Ene 30 (Pre-Post)	-45026,4	1360,3	-45999,5	-44053,3	-104,7	9	0,000*
Ene 90 (Pre-Post)	-67532,9	1584,9	-68666,6	-66399,2	-134,8	9	0,000*
Aq 5 (Pre-Post)	-73,6	787,1	-636,7	489,5	-0,296	9	0,774
Aq 30 (Pre-Post)	125,1	635,8	-329,7	579,9	0,622	9	0,549
Aq 60 (Pre-Post)	-149,8	626,4	-597,9	298,3	-0,756	9	0,469

\*Signifikansi :  $p < 0,05$

Dari data pada tabel 8, diperoleh bahwa pada masing-masing kelompok isotonik dan berenergi terdapat perbedaan konsentrasi ion kalsium yang signifikan sebelum dan sesudah perendaman, karena dari hasil uji *Paired T-Test* menunjukkan nilai signifikansi  $p < 0,05$ . Pada masing-masing kelompok aquadest tidak terdapat perbedaan konsentrasi ion kalsium yang signifikan sebelum dan sesudah perendaman, karena dari hasil uji *Paired T-Test* menunjukkan nilai signifikansi  $p > 0,05$ .

## BAB V

### PEMBAHASAN

Demineralisasi adalah suatu proses hilangnya ion kalsium dan fosfat dari kristal apatit yang terdapat pada permukaan gigi dikarenakan lingkungan rongga mulut berada pada kondisi asam.<sup>54</sup> Penurunan pH yang terjadi pada rongga mulut dapat disebabkan oleh asam ekstrinsik dan asam instrinsik. Asam ekstrinsik berasal dari luar tubuh manusia, misalnya makanan atau minuman yang bersifat asam, penggunaan obat-obatan seperti aspirin atau vitamin C, serta penggunaan produk kebersihan gigi dan mulut seperti obat kumur yang mengandung *ethylenediaminetetraacetic acid* (EDTA). Sumber asam intrinsik utama adalah dari lambung manusia. Isi lambung bersifat asam dengan pH yang sangat rendah. Isi lambung dapat naik ke rongga mulut melalui muntah atau regurgitasi yang umumnya berhubungan dengan penyakit *gastro-esophageal reflux disease* (GERD).<sup>55</sup>

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 30 gigi premolar permanen manusia yang dibagi menjadi 3 kelompok, dimana masing-masing kelompok terdiri atas 10 gigi. Pada kelompok I, gigi direndam dalam minuman isotonik selama 5, 30, dan 60 menit. Pada kelompok II, gigi direndam dalam minuman berenergi selama 5, 30, dan 60 menit. Dan pada kelompok III sebagai kelompok kontrol, gigi direndam dalam aquadest selama 5, 30, dan 60 menit. Masing-masing larutan tersebut diuji konsentrasi ion kalsiumnya dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) sebelum dan sesudah perendaman gigi. Penetapan lama waktu perendaman ini berdasarkan pada 1 menit dihitung sebagai estimasi lamanya waktu enamel gigi terpapar dengan minuman yang dikonsumsi setiap gelas/hari. Sehingga, pemaknaan waktu pada penelitian ini dapat mengilustrasikan konsumsi minuman selama 5, 30, dan 60 hari.<sup>8</sup>

Hasil uji *Paired T-Test* pada kelompok minuman isotonik dan berenergi memiliki nilai signifikansi  $p < 0,05$  yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan konsentrasi ion kalsium yang signifikan pada larutan sebelum dan sesudah perendaman gigi. Hal ini menandakan bahwa perendaman gigi dalam minuman isotonik dan

berenergi memiliki pengaruh terhadap kelarutan kalsium enamel gigi. Sedangkan, pada kelompok aquadest sebagai kelompok kontrol memiliki nilai signifikansi  $p > 0,05$  yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan konsentrasi ion kalsium yang signifikan pada larutan sebelum dan sesudah perendaman gigi, dimana hal ini menandakan bahwa perendaman gigi dalam aquadest tidak memiliki pengaruh terhadap kelarutan kalsium enamel gigi.

Rerata selisih konsentrasi ion kalsium enamel gigi sebelum dan sesudah perendaman gigi yang tertera pada tabel 3 terlihat bahwa kelompok perendaman dalam minuman berenergi selama 5, 30, dan 60 menit memiliki rerata konsentrasi ion kalsium yang larut lebih tinggi sebesar 4,052 mg/L jika dibandingkan kelompok perendaman dalam minuman isotonik dengan durasi waktu yang sama hanya memiliki rerata konsentrasi ion kalsium yang larut sebesar 1,733 mg/L. Hal ini sesuai dengan hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa terdapat perbandingan kelarutan kalsium enamel gigi yang signifikan terhadap perendaman minuman isotonik dan minuman berenergi.

Konsentrasi ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik sebelum perlakuan sebesar 1,514 mg/L. Setelah perendaman gigi, didapatkan hasil tertinggi berada pada kelompok perendaman minuman isotonik selama 60 menit dengan rerata konsentrasi ion kalsium sebesar 4,547 mg/L. Hal ini sesuai dengan hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa konsentrasi ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik setelah perendaman gigi selama 60 menit lebih tinggi dibandingkan perendaman gigi selama 30 dan 5 menit. Untuk posisi kedua tertinggi ditempati oleh kelompok perendaman minuman isotonik selama 30 menit dengan rerata konsentrasi sebesar 3,532 mg/L. Hal ini sesuai dengan hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa konsentrasi ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik setelah perendaman gigi selama 30 menit lebih tinggi dibandingkan perendaman gigi selama 5 menit.

Pada minuman berenergi didapatkan konsentrasi ion kalsium sebelum perlakuan sebesar 0,024 mg/L. Setelah dilakukan perendaman gigi, didapatkan rerata konsentrasi ion kalsium tertinggi terdapat pada kelompok perendaman selama 60 menit sebesar 6,778 mg/L. Hal ini sesuai dengan hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa konsentrasi ion kalsium yang terkandung dalam minuman berenergi setelah

perendaman selama 60 menit lebih tinggi dibandingkan perendaman gigi selama 30 dan 5 menit. Sedangkan rerata konsentrasi ion kalsium tertinggi berikutnya berada pada kelompok perendaman selama 30 menit yakni sebesar 4,527 mg/L. Hal ini sesuai dengan hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa konsentrasi ion kalsium yang terkandung dalam minuman berenergi setelah perendaman selama 30 menit lebih tinggi dibandingkan perendaman gigi selama 5 menit.

Pada tabel 3, didapatkan rerata kelarutan kalsium tertinggi terjadi pada perlakuan perendaman 60 menit baik pada kelompok minuman isotonik dengan rerata sebesar 3,034 mg/L maupun kelompok minuman berenergi dengan rerata sebesar 6,753 mg/L. Hal ini sesuai dengan hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa kelarutan kalsium gigi lebih tinggi pada perlakuan perendaman 60 menit dibandingkan perlakuan perendaman 30 dan 5 menit. Selanjutnya, rerata kelarutan kalsium tertinggi kedua terdapat pada kelompok perlakuan perendaman 30 menit baik pada kelompok minuman isotonik dengan rerata sebesar 2,018 mg/L maupun kelompok minuman berenergi dengan rerata sebesar 4,503 mg/L. Hal ini sesuai dengan hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa kelarutan kalsium gigi lebih tinggi pada perlakuan perendaman 30 menit dibandingkan perlakuan perendaman 5 menit.

Demineralisasi yang disebabkan oleh kondisi asam pada rongga mulut dapat menyebabkan terjadinya peristiwa erosi gigi. Erosi gigi ini diawali dengan proses demineralisasi pada permukaan enamel yang mana akan mengakibatkan kelarutan pada lapisan *sub* permukaan, sehingga pada akhirnya terjadi kehilangan struktur gigi. Setiap asam dengan pH di bawah pH kritis enamel gigi dapat melarutkan kristal hidroksiapatit yang terdapat pada enamel, yakni pH di bawah 5,5.<sup>10</sup> Pada penelitian ini, minuman isotonik yang digunakan adalah merk *Pocari Sweat* dengan pH 3,7 yang diukur menggunakan pH meter, sedangkan minuman berenergi berasal dari merk *Keratingdaeng* dengan pH 3,5. Kedua minuman ini menunjukkan pengaruh pada kelarutan kalsium enamel gigi yang signifikan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Krishna Trivedi (2015) yang menyatakan bahwa minuman isotonik dan berenergi menunjukkan nilai kekasaran permukaan dan skor *microleakage* tertinggi, sehingga potensi erosinya pada enamel lebih besar. Sedangkan pada penelitian yang

sama, air suling tidak menunjukkan perubahan permukaan enamel yang signifikan.<sup>56</sup> Pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa minuman berenergi mengandung konsentrasi ion kalsium yang lebih tinggi dibandingkan dengan minuman isotonik setelah dilakukan perendaman gigi. Dimana hal ini menandakan bahwa minuman berenergi lebih bersifat erosif dibandingkan minuman isotonik. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan Poonam Jain (2012) menyatakan bahwa minuman berenergi menyebabkan hilangnya berat enamel dua kali lebih banyak dibandingkan dengan minuman isotonik.<sup>18</sup> Hal ini dikarenakan minuman berenergi memiliki *titratable acidity* lebih tinggi dan pH lebih rendah jika dibandingkan dengan minuman isotonik.<sup>57</sup> *Titratable acidity* atau disebut juga dengan total keasaman adalah total konsentrasi asam yang terdapat dalam suatu produk.<sup>58</sup> *Titratable acidity* dapat menjadi salah satu faktor untuk mengukur seberapa erosifnya suatu makanan atau minuman, selain pH. Hal ini dikarenakan, *titratable acidity* dapat menentukan jumlah ion  $H^+$  sebenarnya yang dapat berinteraksi dengan permukaan gigi.<sup>59</sup>

Selain pH, durasi dan lamanya waktu terpapar juga memainkan peranan penting dalam terjadinya erosi gigi.<sup>18</sup> Pada penelitian ini juga didapatkan bahwa durasi perendaman 60 menit memiliki rerata kelarutan yang lebih besar dibandingkan dengan durasi perendaman lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Panigoro (2015) yang menyatakan bahwa kelarutan kalsium gigi tidak hanya dipengaruhi oleh pH, tetapi juga dipengaruhi oleh waktu atau lamanya gigi terekspos dengan asam.<sup>8</sup>

Minuman isotonik dan minuman berenergi mengandung asam organik, yaitu asam sitrat. Asam sitrat dikenal juga sebagai *chelating agent*, dimana asam ini dapat membentuk dua atau lebih ikatan koordinat, yaitu selain menyediakan ion hidrogen, asam sitrat juga dapat berikatan dengan ion kalsium sehingga membuat struktur kristal enamel gigi lebih mudah mengalami erosi.<sup>55</sup> Ketika larutan asam berkontak dengan enamel, akan terjadi proses difusi yaitu proses perpindahan molekul atau ion terlarut dalam air dari enamel menuju saliva karena adanya perbedaan konsentrasi keasamaan pada permukaan enamel gigi. Proses ini terjadi melalui *acquired pellicle* dan pori-pori permukaan bawah enamel. Pada saat itu, asam akan berdisosiasi untuk menghasilkan

$H^+$ . Ion hidrogen ini akan bereaksi dengan fosfat yang terdapat pada kristal hidroksiapatit, sehingga berubah menjadi  $HPO_4^{3-}$  yang awalnya berbentuk  $PO_4^{3-}$ . Reaksi ion hidrogen dengan fosfat ini menyebabkan kristal hidroksiapatit menjadi tidak seimbang, sehingga terjadi pelepasan ion kalsium dan fosfat ke dalam larutan yang dapat berdifusi keluar gigi.<sup>60,61,62</sup> Kecepatan proses ini terjadi dapat dipengaruhi oleh pH, konsentrasi asam, dan keberadaan ion sejenis kalsium serta fosfat.<sup>53</sup>

Kerusakan enamel yang terjadi secara terus-menerus akibat proses erosi ini dapat menyebabkan terbentuknya porositas pada permukaan gigi yang sebelumnya tidak ada.<sup>53</sup> Biasanya seseorang tidak akan menyadari bahwa telah terjadi erosi pada giginya sampai mencapai dentin dan pulpa, yang pada akhirnya akan menyebabkan munculnya berbagai masalah seperti sensitivitas gigi, perubahan pada oklusi, dan estetika yang buruk.<sup>63</sup>

Penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu tidak dilakukan pengukuran ion lainnya yang larut pada proses demineralisasi gigi.

## BAB VI

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai perbandingan kelarutan kalsium enamel gigi terhadap perendaman dalam minuman isotonik dan minuman berenergi dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat perbedaan kelarutan kalsium enamel gigi yang signifikan terhadap perendaman minuman isotonik (1,733 mg/L) dan minuman berenergi (4,052 mg/L).
2. Konsentrasi ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik dan minuman berenergi setelah perendaman gigi selama 60 menit (minuman isotonik sebesar 4,547 mg/L, sedangkan minuman berenergi sebesar 6,778 mg/L) lebih tinggi dibandingkan perendaman gigi selama 30 (minuman isotonik sebesar 3,532 mg/L, sedangkan minuman berenergi sebesar 4,527 mg/L) dan 5 menit (minuman isotonik sebesar 1,661 mg/L, sedangkan minuman berenergi sebesar 0,924 mg/L).
3. Konsentrasi ion kalsium yang terkandung dalam minuman isotonik dan berenergi setelah perendaman gigi selama 30 menit (minuman isotonik sebesar 3,532 mg/L, sedangkan minuman berenergi sebesar 4,527 mg/L) lebih tinggi dibandingkan perendaman gigi selama 5 menit (minuman isotonik sebesar 1,661 mg/L, sedangkan minuman berenergi sebesar 0,924 mg/L).
4. Kelarutan kalsium gigi lebih tinggi pada perlakuan 60 menit (minuman isotonik sebesar 3,034 mg/L, sedangkan minuman berenergi sebesar 6,753 mg/L) dibandingkan perlakuan 30 menit (minuman isotonik sebesar 2,018 mg/L, sedangkan minuman berenergi sebesar 4,503 mg/L) dan 5 menit (minuman isotonik sebesar 0,147 mg/L, sedangkan minuman berenergi sebesar 0,900 mg/L).
5. Kelarutan kalsium gigi lebih tinggi pada perlakuan 30 menit (minuman isotonik sebesar 2,018 mg/L, sedangkan minuman berenergi sebesar 4,503

mg/L) dibandingkan perlakuan 5 menit (minuman isotonik sebesar 0,147 mg/L, sedangkan minuman berenergi sebesar 0,900 mg/L).

## **6.2 Saran**

Saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini, yakni :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh minuman isotonik dan berenergi terhadap kelarutan ion lainnya yang terkandung dalam enamel gigi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Mount GJ, Hume WR, Ngo HC, Wolff MS. Preservation and restoration of tooth structure. In: 3rd ed. John Wiley & Sons; 2016. p. 2–21.
2. Peres MA, Macpherson LMD, Weyant RJ, Daly B, Venturelli R, Mathur MR, et al. Oral diseases: a global public health challenge [Internet]. Vol. 394, The Lancet. Lancet Publishing Group; 2019 [cited 2021 May 10]. p. 249–60.
3. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia [Internet]. [cited 2021 May 10]. Available from: <https://www.kemkes.go.id/article/view/18110200003/potret-sehat-indonesia-dari-risikedas-2018.html>
4. Garg N, Garg A. Text Book of Operative Dentistry. 2nd ed. Jaypee; 2013. 18–22 p.
5. Karteva E, Manchorova-Veleva N, Damyanov Z, Karteva T. Morphology and Structural Characterization of Human Enamel and Dentin By Optical and Scanning Electron Microscopy. J IMAB - Annu Proceeding (Scientific Pap. 2019;25(4):2744–50.
6. Prasetyo EA. Keasaman minuman ringan menurunkan kekerasan permukaan gigi (Acidity of soft drink decrease the surface hardness of tooth). Dent J (Majalah Kedokt Gigi). 2005;38(2):60.
7. Neel EAA, Aljabo A, Strange A, Ibrahim S, Coathup M, Young AM, et al. Demineralization–remineralization dynamics in teeth and bone. Int J Nanomedicine. 2016;11:4743–63.
8. Panigoro S, Pangemanan DHC, . J. Kadar Kalsium Gigi Yang Terlarut Pada Perendaman Minuman Isotonik. e-GIGI. 2015;3(2):356–60.
9. H. JK, Lunardhi CGJ, Subiyanto A. Kemampuan Bioaktif Glass (Novamin) dan Casein Peptide Amorphous Calcium Phosphate (CPP-ACP) terhadap Demineralisasi Enamel. Conserv Dent J. 2017;7(2):1–14.
10. R A, Widodo, Sukmana BI, Suhartono E. Effect pH on Demineralization Dental Erosion. Int J Chem Eng Appl. 2015;6(2):138–41.
11. Jeong M-J, Jeong S-J, Son J-H, Chung S-K, Kim A-R, Kang E-J, et al. A Study

- on the Enamel Erosion Caused by Energy Drinks. *J Dent Hyg Sci*. 2014;14(4):597–609.
12. Enam F, Mursalat M, Guha U, Aich N, Anik MI, Nisha NS, et al. Dental erosion potential of beverages and bottled drinking water in Bangladesh. *Int J Food Prop [Internet]*. 2017;20(11):2499–510.
  13. Almeida E Silva JS, Baratieri LN, Araujo E, Widmer N. Dental erosion: Understanding this pervasive condition. *J Esthet Restor Dent*. 2011;23(4):205–16.
  14. Erdemir U. Effects of energy and sports drinks on tooth structures and restorative materials. *World J Stomatol*. 2016;5(1):1.
  15. Saads Carvalho T, Lussi A. Chapter 9: Acidic beverages and foods associated with dental erosion and erosive tooth wear. *Monogr Oral Sci*. 2019;28:91–8.
  16. BM O, JD M, JG P. Effects of Carbonated Cola Beverages, Sports and Energy Drinks and Orange Juice on Primary and Permanent Enamel Dissolution. *Austin J Dent [Internet]*. 2014 [cited 2021 May 25];1(1).
  17. Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2020. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2020.
  18. Jain P, Agustin MZN. A comparison of sports and energy drinks-- Physiochemical properties and enamel dissolution - PubMed [Internet]. 2012 [cited 2021 May 26]:190-197.
  19. Reddy A, Norris DF, Momeni SS, Waldo B, Ruby JD. The pH of beverages in the United States. *J Am Dent Assoc*. 2016;147(4):255–63.
  20. Anastasia D, Octaviani RN, Yulianti R. Perbedaan Kekerasan Permukaan Enamel Gigi Setelah Perendaman Dalam Berbagai Minuman Berenergi. *J Ilm dan Teknol Kedokt Gigi*. 2019;15(2):47.
  21. Fadhilah Q, Gigi FK, Utara US. Perbedaan Efek Minuman Ringan Berkarbonasi Dan Minuman Isotonik Terhadap Kelarutan Kalsium Email Gigi ( in vitro ). 2020;
  22. Scheid RC, Weiss G. Woelfel's Dental Anatomy 8th Edition. 8th ed. Sabatini P, editor. *Materials in Medicine*. Williams & Wilkins; 2012. 11 p.

23. Kumar G. Orban's Oral Histology and Embryology. 14th ed. Elsevier; 2015. 40–73 p.
24. Beniash E, Stifler CA, Sun CY, Jung GS, Qin Z, Buehler MJ, et al. The hidden structure of human enamel. *Nat Commun.* 2019;10(1):1–13.
25. D. M. Vasudevan, Sreekumari S. KV. Textbook of Biochemistry for Dental Students 3rd Edition. In: 3rd ed. The Health Sciences; 2017. p. 189–91.
26. Hueb De Menezes Oliveira MA, Torres CP, Gomes-Silva JM, Chinelatti MA, Hueb De Menezes FC, Palma-Dibb RG, et al. Microstructure and mineral composition of dental enamel of permanent and deciduous teeth. *Microsc Res Tech.* 2010;73(5):572–7.
27. Setyawati A, Waladiyah F. Porositas Email Gigi Sebelum Dan Sesudah Aplikasi Pasta Cangkang Telur Ayam Negeri. Laporan Penelitian. *J Kedokt Gigi Univ Padjadjaran.* 2019;31(3):221–7.
28. Chiego DJ. *Essentials Of Oral Histology and Embryology.* 5th ed. Elsevier; 2018. 92–100 p.
29. Jose M. *Essentials Of Oral Biology.* 2nd ed. CBS Publisher & Distributors Pvt Ltd; 2016. 32–48 p.
30. Schneider MB, Benjamin HJ, Bhatia JJS, Abrams SA, De Ferranti SD, Silverstein J, et al. Sports drinks and energy drinks for children and adolescents: Are they appropriate? *Pediatrics.* 2011;127(6):1182–9.
31. Diel F, Khanferyan RA. Sports and energy drinks. *Foods Raw Mater.* 2018;6(2):379–91.
32. Viggars M. *Sports Drinks.* Health Equalities Group; 2017. 1–15 p.
33. Bojar W, Flis S, Rogus P. Sports Drinks evaluation by a sports - oriented Dentist. *Dent Res Oral Heal.* 2021;04(02):34–8.
34. Combes JS. Sports drinks and dental. *Am J Dent.* 2005;18(2):101–4.
35. Cruz-Muñoz V, Urquizu-Rovira M, Valls-Ibañez V, Manresa-Domínguez J-M, Ruiz-Blanco G, Urquizu-Rovira M, et al. Consumption of soft, sports, and energy drinks in adolescents. The BEENIS study. *An Pediatría (English Ed.* 2020;93(4):242–50.


36. Chatterjee A, Abraham J. A comprehensive study on sports and energy drinks [Internet]. *Sports and Energy Drinks: Volume 10: The Science of Beverages*. Elsevier Inc.; 2019. 515–537 p.
37. Ernawati N, Suarna F. Analisis kesadaran merek minuman isotonik di kota bandung. *J Ekubis*. 2018;3(1):47–65.
38. Alsunni AA. Energy Drink Consumption: Beneficial and Adverse Health Effects. *Int J Health Sci (Qassim)* [Internet]. 2015 Oct 1 [cited 2021 Oct 5];9(4):468.
39. Higgins JP, Tuttle TD, Higgins CL. Energy beverages: Content and safety. *Mayo Clin Proc* [Internet]. 2010;85(11):1033–41.
40. Apriando JP, Soesanto H, Indriani F, Manajemen M, Diponegoro U. Pengaruh Kualitas Produk Dan Ketersediaan Produk Terhadap Keputusan Pembelian Dengan Citra Merek Sebagai Variabel Intervening (Studi Pada Konsumen Minuman Energi M-150 Di Kota Semarang). *J Sains Pemasar Indones (Indonesian J Mark Sci)*. 2019;18(2):166–83.
41. Zulsantritus, Edrizal B. Potensi Remineralisasi Pada Pasta Gigi Berflorida dan Tidak Berflorida. *J B-Dent*. 2016;3(2):139–44.
42. Ritter A. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry* [Internet]. 7th ed. Mosby; 2016.
43. Sibarani MR. Dental Caries: Etiology, Clinical Characteristics, and Management. *Maj Kedokt UKI*. 2014;XXX(1).
44. Rajendran A, Sivapathasundharam B. *Shafer's Textbook of Oral Pathology* [Internet]. 7th ed. Elsevier; 2012.
45. Rahayu YC. Peran Agen Remineralisasi pada Lesi Karies Dini. *Stomatogantic (J K G Unej)*. 2013;10(1):25–30.
46. Kuchta E, Szymanska J. Dental erosion. *Pol J Public Heal*. 2014;124(2):93–5.
47. Sengupta A. Dental Erosion: Etiology , Diagnosis and Management. *Acta Sci Dent Sci*. 2018;2(11):43–8.
48. Sosa AC, Solis JM, Cruz-Fierro N, López S, Nakagoshi S. Dental Erosion: Causes, diagnostics and treatment. *J Oral Res*. 2014;3(4):257–61.

49. Pratiwi AN, Ardy OM. Tingkat Pengetahuan Erosi Gigi pada Mahasiswa Profesi di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Jakarta. *Maj Sainstekes*. 2020;7(1):22–9.
50. Luciano LCO, Ferreira MC, Paschoal MA. Prevalence and factors associated with dental erosion in individuals aged 12-30 years in a northeastern Brazilian city. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2017;9:85–91.
51. Bahsi E, Sonkaya E. *Dental Erosion and Treatment Methods*. 2019;4(4).
52. Donovan T, Nguyen-Ngoc C, Alraheam IA, Iruka K. Contemporary diagnosis and management of dental erosion. *J Esthet Restor Dent [Internet]*. 2021 Jan 1 [cited 2021 Aug 31];33(1):78–87.
53. Sungkar S, Fitriyani S, Yumanita I. Kekerasan Permukaan Email Gigi Tetap Setelah Paparan Minuman Ringan Asam Jawa. *J Syiah Kuala Dent Soc*. 2016;1(1):1–8.
54. Collins F. Treatment options for tooth discoloration and remineralization. *RDH*. 2008;28:1–11.
55. Loke C, Lee J, Sander S, Mei L, Farella M. Factors affecting intra-oral pH - a review. *J Oral Rehabil*. 2016;43(10):778–85.
56. Trivedi K, Bhaskar V, Ganesh M, Venkataraghavan K, Choudhary P, Shah S, et al. Erosive potential of commonly used beverages, medicated syrup, and their effects on dental enamel with and without restoration: An in vitro study. *J Pharm Bioallied Sci [Internet]*. 2015 Aug 1 [cited 2022 Apr 8];7(Suppl 2):S474.
57. Amalia R, Susilowati H, Puspita RM. Dental caries and erosion potential of beverages on sale in indonesia. *Malaysian J Med Heal Sci*. 2020;16(January):21–6.
58. Tyl C, Sadler GD. pH and Titratable Acidity. 2017;389–406.
59. Kim E-J, Jin B-H. Effects of Titratable Acidity and Organic Acids on Enamel Erosion In Vitro. *J Dent Hyg Sci*. 2019;19(1):1–8.
60. Santhiya B, Puranik MP, SR U. Risk factors, assessment and management of dental erosion in dental setting-A literature review. *Int J Appl Dent Sci [Internet]*. 2019;5(2):28–36.
61. Lussi A, Megert B, Shellis RP, Wang X. Analysis of the erosive effect of

- different dietary substances and medications. *Br J Nutr.* 2012;107(2):252–62.
62. Łagocka R, Sikorska-Bochińska J, Nocoń I, Jakubowska K, Góra M, Buczkowska-Radlińska J. Influence of the mineral composition of drinking water taken from surface water intake in enhancing regeneration processes in mineralized human teeth tissue. *Polish J Environ Stud.* 2011;20(2):411–6.
63. Manaf ZA, Tee Lee M, Hazirah N, Ali M, Samynathan S, Jie YP, et al. Relationship between Food Habits and Tooth Erosion Occurrence in Malaysian University Students. *Malays J Med Sci.* 2012;19(2):56-66

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Surat *Ethical Clearance*



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN (KEPK)

Jl. Prof. Soedarto, S.H  
Tembalang, Semarang 50275  
Telp. (024) 76928010 Faks. (024) 76928011  
[www.fl.undip.ac.id](http://www.fl.undip.ac.id) | email: [dean@fl.undip.ac.id](mailto:dean@fl.undip.ac.id)

**SURAT KETERANGAN**  
Nomor: 005/KEPK/FK UNDIP/II/2022

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Prof. Dr. dr. Banundari Rachmawati, Sp.PK(K)  
NIP : 19600606 198811 2 002  
Jabatan : Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK)  
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang


Menerangkan bahwa penelitian Karya Tulis Ilmiah Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran UNDIP TA. 2020/2021 :


NamaPeneliti : Annasya Namillania  
NIM : 22010218120022  
Judul : "Perbandingan Kelarutan Kalsium Enamel Gigi Terhadap Perendaman Dalam Minuman Isotonik dan Minuman Berenergi"  
Pembimbing : 1. dr. Muflihatul Muniroh, M.Si.Med, Ph.D  
2. dr. Ira Anggar Kusuma, M.Si

Objek Penelitian tersebut tidak melibatkan subyek manusia atau pun penggunaan hewan coba sehingga tidak memerlukan *Ethical Clearance*.

Demikian surat ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 04 Februari 2022  
Komisi Etik Penelitian Kesehatan  
Fakultas Kedokteran Undip

Ketua,  
  
Prof. Dr. dr. Banundari Rachmawati, Sp.PK(K)  
NIP. 196006061988112002



**Lampiran 2.** Surat ijin penelitian dan penggunaan Laboratorium Preklinik Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI**

Jalan Prof. Sudarto, 5.H,  
Tembalang Semarang Kode Pos 50275  
Tel. (024) 76928010 Faks. (024) 76928011  
www.fk.undip.ac.id | email: prodi-gigi@fkundip.ac.id

Semarang, 20 Januari 2022

Nomor : 026 /UN7.5.4/PSKG/DL/2022  
Lampiran : -  
Perihal : Ijin Penelitian dan Penggunaan Lab.

Yth. Wakil Dekan Akademik dan Kemahasiswaan  
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro  
Semarang

Bersama ini kami hadapkan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro :

Nama : Annasya Namillania  
NIM : 22010218120022  
Semester : VII (Tujuh)  
Judul/Topik : Perbandingan Kelarutan Kalsium Gigi Terhadap Perendaman dalam  
Minuman Isotonik dan Minuman Berenergi  
Pembimbing I : dr. Muflihatul Muniroh, M.Si.Med. Ph.D.  
Pembimbing II : drg. Ira Anggar Kusuma, M.Si

Mohon diijinkan menggunakan Laboratorium Preklinik Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Undip untuk melakukan prosedur pembersihan gigi menggunakan alat mikromotor dalam rangka penyusunan Karya Tulis Ilmiah mahasiswa.

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Ketua Prodi Kedokteran Gigi,

drg. Gunawan Wibisono, M.Si.Med.  
NIP196605281999031001

Tembusan :

1. Koordinator Laboratorium
2. Pembimbing
3. Arsip

**Lampiran 3.** Surat ijin penelitian dan penggunaan Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI**

Jalan Prof. Sudarto, S.H.  
Tembalang Semarang Kode Pos 50275  
Tel. (024) 76928010 Faks. (024) 76928011  
www.fk.undip.ac.id | email: prodi-gigi@fk.undip.ac.id

Semarang, 20 Januari 2022

Nomor : 027 /UN7.5.4/PSKG/DL/2022  
Lampiran : -  
Perihal : Ijin Penelitian dan Penggunaan Laboratorium

Yth. Wakil Dekan Akademik dan Kemahasiswaan  
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro  
Semarang

Bersama ini kami hadapkan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro :

Nama : Annasya Namillania  
NIM : 22010218120022  
Semester : VII (Tujuh)  
Judul/Topik : Perbandingan Kelarutan Kalsium Gigi Terhadap Perendaman dalam Minuman Isotonik dan Minuman Berenergi  
Pembimbing I : dr. Muflihatul Muniroh, M.Si.Med. Ph.D.  
Pembimbing II : drg. Ira Anggar Kusuma, M.Si

Mohon diijinkan menggunakan Laboratorium Biokimia FK Undip untuk melakukan perendaman gigi dalam larutan dan melakukan proses destruksi menggunakan hotplate dalam rangka penyusunan Karya Tulis Ilmiah mahasiswa.

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Ketua,

drg. Gunawan Wibisono, M.Si.Med.  
NIP196605281999031001

Tembusan :

1. Koordinator Laborat
2. Pembimbing
3. Arsip

**Lampiran 4.** Surat ijin penelitian dan penggunaan Laboratorium Ilmu Nutrisi Pakan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
FAKULTAS KEDOKTERAN**

Jalan Prof. Sudarto, S.H.  
Tembalang Semarang Kode Pos 50275  
Tel. (024) 76928010 Faks: (024) 76928011  
www.fk.undip.ac.id | email: dean@fk.undip.ac.id

Semarang, 10 Februari 2022

Nomor : 1244 /UN7.5.4.2.1/DL/2022  
Lampiran : 1 lembar  
Hal : Ijin Penelitian dan Penggunaan Laboratorium

Yth. Dekan  
Fakultas Peternakan dan Pertanian  
Universitas Diponegoro  
Semarang

Bersama ini kami hadapkan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro :

Nama : Annasya Namillania  
NIM : 22010218120022  
Semester : VII (Tujuh)  
Judul/Topik : Perbandingan Kelarutan Kalsium Gigi Terhadap Perendaman dalam Minuman Isotonik dan Minuman Berenergi  
Pembimbing I : dr. Muflihatul Muniroh, M.Si.Med. Ph.D  
Pembimbing II : drg. Ira Anggar Kusuma, M.Si  
Alamat : Jalan Tanjung Datuk Gg Sederhana No. 26, Kel. Pesisir, Kec. Limapuluh, Kota Pekanbaru  
No Telp : 085335762265

mohon diijinkan untuk melakukan penelitian dan menggunakan Laboratorium Ilmu Nutrisi Pakan FPP Undip untuk uji kelarutan kalsium gigi menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom pada sampel penelitian dalam rangka penyusunan Karya Tulis Ilmiah mahasiswa.

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



Dekan  
Wakil Dekan Akademik & Kemahasiswaan

dr. Hermina Sukmaningtyas, M.Kes, Sp.Rad(K)  
NIP 196706201998022001

Tembusan:

1. Ketua Laboratorium Ilmu Nutrisi Pakan FPP Undip
2. Ketua Karya Tulis Ilmiah Prodi Kedokteran Gigi
3. Dosen Pembimbing

**Lampiran 5.** Surat keterangan sudah melaksanakan penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
**FAKULTAS KEDOKTERAN**  
**LAB BIOMEDIK DASAR**

Jalan Prof. H. Soedarto, S.H  
 Tembalang Semarang Kode Pos 50275  
 Telp. (024) 76928010, Fax. (024) 76928011  
 www.fk.undip.ac.id

**SURAT KETERANGAN BEBAS TANGGUNGAN LABORATORIUM**

No. 17/SBL/III-2022

Koordinator Laboratorium Biomedik Dasar menyatakan bahwa

Nama : Annasya Namillania  
 NIM : 22010218120022  
 Program Studi : Kedokteran Gigi  
 Fakultas : Kedokteran  
 PT : Universitas Diponegoro  
 Laboratorium : Basah 1 dan 2

telah menyelesaikan penelitian dengan judul "**Perbandingan Kelarutan Kalsium Enamel Gigi Terhadap Perendaman dalam Minuman Isotonik dan Minuman Berenergi**" pada tanggal 1 – 28 Februari 2022 di Laboratorium Biomedik Dasar Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang dan tidak memiliki tanggungan administrasi apapun.  
 Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 14 Maret 2022

Koordinator Lab Biomedik Dasar

Indah Saraswati, M. Sc.  
 NIP. 198409152010122007

**Lampiran 6.** Data hasil penelitian

No	Nama Sampel	PRE (mg/L)	POST (mg/L)			Nilai delta		
			5 menit	30 menit	60 menit	5 menit	30 menit	60 menit
1.	A1	1,514	1,623	3,481	4,485	0,109	1,968	2,971
2.	A2	1,514	1,660	3,522	4,552	0,147	2,008	3,039
3.	A3	1,514	1,577	3,402	4,478	0,064	1,889	2,964
4.	A4	1,514	1,730	3,693	4,682	0,217	2,179	3,169
5.	A5	1,514	1,652	3,500	4,493	0,139	1,987	2,979
6.	A6	1,514	1,724	3,692	4,592	0,210	2,178	3,079
7.	A7	1,514	1,776	3,565	4,653	0,263	2,052	3,139
8.	A8	1,514	1,780	3,799	4,802	0,266	2,285	3,289
9.	A9	1,514	1,553	3,358	4,482	0,039	1,845	2,968
10.	A10	1,514	1,535	3,309	4,255	0,022	1,795	2,742
11.	B1	0,024	0,939	4,546	6,539	0,914	4,521	6,514
12.	B2	0,024	0,869	4,495	6,774	0,845	4,471	6,749
13.	B3	0,024	0,930	4,512	6,800	0,905	4,488	6,776
14.	B4	0,024	1,191	4,784	6,999	1,167	4,759	6,975
15.	B5	0,024	0,706	4,321	6,543	0,682	4,297	6,518
16.	B6	0,024	0,836	4,437	6,736	0,812	4,413	6,711
17.	B7	0,024	1,017	4,608	6,921	0,993	4,584	6,897
18.	B8	0,024	0,970	4,578	6,861	0,946	4,554	6,836
19.	B9	0,024	1,057	4,631	6,932	1,032	4,606	6,907
20.	B10	0,024	0,728	4,358	6,673	0,704	4,333	6,649
21.	C1	-0,933	-0,953	-0,968	-0,960	-0,020	-0,035	-0,028
22.	C2	-0,933	-0,835	-0,976	-0,936	0,098	-0,044	-0,004
23.	C3	-0,933	-0,803	-0,837	-0,902	0,130	0,096	0,031
24.	C4	-0,933	-0,974	-0,983	-0,966	-0,042	-0,051	-0,033
25.	C5	-0,933	-0,955	-0,983	-0,940	-0,023	-0,051	-0,008
26.	C6	-0,933	-0,974	-0,898	-0,941	-0,041	0,035	-0,009
27.	C7	-0,933	-0,891	-0,862	-0,814	0,042	0,071	0,119
28.	C8	-0,933	-1,073	-1,050	-1,017	-0,140	-0,117	-0,084
29.	C9	-0,933	-0,927	-0,951	-0,849	0,006	-0,018	0,084
30.	C10	-0,933	-0,869	-0,945	-0,852	0,063	-0,012	0,081

## Lampiran 7. Hasil uji statistik

Tests of Normality<sup>a,d,e,f,g,h,i,j,k</sup>

kelompok	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai Kelarutan Kalsium POST ISOTONIK (5 MENIT)	.158	10	.200 <sup>*</sup>	.931	10	.458
POST ISOTONIK (30 MENIT)	.144	10	.200 <sup>*</sup>	.962	10	.808
POST ISOTONIK (60 MENIT)	.220	10	.188	.950	10	.666
POST ENERGI (5 MENIT)	.115	10	.200 <sup>*</sup>	.975	10	.936
POST ENERGI (30 MENIT)	.123	10	.200 <sup>*</sup>	.977	10	.946
POST ENERGI (60 MENIT)	.131	10	.200 <sup>*</sup>	.944	10	.599
POST K AQUADEST (5 MENIT)	.167	10	.200 <sup>*</sup>	.968	10	.870
POST K AQUADEST (30 MENIT)	.197	10	.200 <sup>*</sup>	.943	10	.592
POST K AQUADEST (60 MENIT)	.216	10	.200 <sup>*</sup>	.946	10	.620

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE ISOTONIK (5 MENIT). It has been omitted.

b. Lilliefors Significance Correction

d. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE ISOTONIK (30 MENIT). It has been omitted.

e. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE ISOTONIK (60 MENIT). It has been omitted.

f. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE ENERGI (5 MENIT). It has been omitted.

g. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE ENERGI (30 MENIT). It has been omitted.

h. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE ENERGI (60 MENIT). It has been omitted.

i. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE K AQUADEST (5 MENIT). It has been omitted.

j. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE K AQUADEST (30 MENIT). It has been omitted.

k. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE K AQUADEST (60 MENIT). It has been omitted.

**Test of Homogeneity of Variance<sup>a,b,c,d,e,f,g,h,i</sup>**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai Kelarutan Kalsium	Based on Mean	1.907	8	81	.070
	Based on Median	1.812	8	81	.087
	Based on Median and with adjusted df	1.812	8	60.916	.092
	Based on trimmed mean	1.902	8	81	.071

- a. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE ISOTONIK (5 MENIT). It has been omitted.
- b. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE ISOTONIK (30 MENIT). It has been omitted.
- c. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE ISOTONIK (60 MENIT). It has been omitted.
- d. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE ENERGI (5 MENIT). It has been omitted.
- e. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE ENERGI (30 MENIT). It has been omitted.
- f. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE ENERGI (60 MENIT). It has been omitted.
- g. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE K AQUADEST (5 MENIT). It has been omitted.
- h. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE K AQUADEST (30 MENIT). It has been omitted.
- i. Nilai Kelarutan Kalsium is constant when kelompok = PRE K AQUADEST (60 MENIT). It has been omitted.

**ANOVA**

Nilai Delta

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	464838997.4	8	58104874.68	3888.428	.000
Within Groups	1210385.100	81	14943.026		
Total	466049382.5	89			

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Nilai Delta  
LSD









(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
ISOTONIK 5 MENIT	ISOTONIK 30 MENIT	-1871.0000*	54.66814	.000	-1979.7724	-1762.2276
	ISOTONIK 60 MENIT	-2886.3000*	54.66814	.000	-2995.0724	-2777.5276
	ENERGI 5 MENIT	-752.4000*	54.66814	.000	-861.1724	-643.6276
	ENERGI 30 MENIT	-4355.0000*	54.66814	.000	-4463.7724	-4246.2276
	ENERGI 60 MENIT	-6605.6000*	54.66814	.000	-6714.3724	-6496.8276
	AQUADEST 5 MENIT	140.3000*	54.66814	.012	31.5276	249.0724
	AQUADEST 30 MENIT	160.2000*	54.66814	.004	51.4276	269.9724
	AQUADEST 60 MENIT	132.7000*	54.66814	.017	23.9276	241.4724
ISOTONIK 30 MENIT	ISOTONIK 5 MENIT	1871.0000*	54.66814	.000	1762.2276	1979.7724
	ISOTONIK 60 MENIT	-1015.3000*	54.66814	.000	-1124.0724	-906.5276
	ENERGI 5 MENIT	1118.6000*	54.66814	.000	1009.8276	1227.3724
	ENERGI 30 MENIT	-2484.0000*	54.66814	.000	-2592.7724	-2375.2276
	ENERGI 60 MENIT	-4734.6000*	54.66814	.000	-4843.3724	-4625.8276
	AQUADEST 5 MENIT	2011.3000*	54.66814	.000	1902.5276	2120.0724
	AQUADEST 30 MENIT	2031.2000*	54.66814	.000	1922.4276	2139.9724
	AQUADEST 60 MENIT	2003.7000*	54.66814	.000	1894.9276	2112.4724
ISOTONIK 60 MENIT	ISOTONIK 5 MENIT	2886.3000*	54.66814	.000	2777.5276	2995.0724
	ISOTONIK 30 MENIT	1015.3000*	54.66814	.000	906.5276	1124.0724
	ENERGI 5 MENIT	2133.9000*	54.66814	.000	2025.1276	2242.6724
	ENERGI 30 MENIT	-1468.7000*	54.66814	.000	-1577.4724	-1359.9276
	ENERGI 60 MENIT	-3719.3000*	54.66814	.000	-3828.0724	-3610.5276
	AQUADEST 5 MENIT	3026.6000*	54.66814	.000	2917.8276	3135.3724
	AQUADEST 30 MENIT	3046.5000*	54.66814	.000	2937.7276	3155.2724
	AQUADEST 60 MENIT	3019.0000*	54.66814	.000	2910.2276	3127.7724
ENERGI 5 MENIT	ISOTONIK 5 MENIT	752.4000*	54.66814	.000	643.6276	861.1724
	ISOTONIK 30 MENIT	-1118.6000*	54.66814	.000	-1227.3724	-1009.8276
	ISOTONIK 60 MENIT	-2133.9000*	54.66814	.000	-2242.6724	-2025.1276
	ENERGI 30 MENIT	-3602.6000*	54.66814	.000	-3711.3724	-3493.8276
	ENERGI 60 MENIT	-5853.2000*	54.66814	.000	-5961.9724	-5744.4276
	AQUADEST 5 MENIT	892.7000*	54.66814	.000	783.9276	1001.4724
	AQUADEST 30 MENIT	912.6000*	54.66814	.000	803.8276	1021.3724
	AQUADEST 60 MENIT	885.1000*	54.66814	.000	776.3276	993.8724
ENERGI 30 MENIT	ISOTONIK 5 MENIT	4355.0000*	54.66814	.000	4246.2276	4463.7724
	ISOTONIK 30 MENIT	2484.0000*	54.66814	.000	2375.2276	2592.7724
	ISOTONIK 60 MENIT	1468.7000*	54.66814	.000	1359.9276	1577.4724
	ENERGI 5 MENIT	3602.6000*	54.66814	.000	3493.8276	3711.3724
	ENERGI 60 MENIT	-2250.6000*	54.66814	.000	-2359.3724	-2141.8276
	AQUADEST 5 MENIT	4495.3000*	54.66814	.000	4386.5276	4604.0724
	AQUADEST 30 MENIT	4515.2000*	54.66814	.000	4406.4276	4623.9724
	AQUADEST 60 MENIT	4487.7000*	54.66814	.000	4378.9276	4596.4724
ENERGI 60 MENIT	ISOTONIK 5 MENIT	6605.6000*	54.66814	.000	6496.8276	6714.3724
	ISOTONIK 30 MENIT	4734.6000*	54.66814	.000	4625.8276	4843.3724
	ISOTONIK 60 MENIT	3719.3000*	54.66814	.000	3610.5276	3828.0724
	ENERGI 5 MENIT	5853.2000*	54.66814	.000	5744.4276	5961.9724
	ENERGI 30 MENIT	2250.6000*	54.66814	.000	2141.8276	2359.3724
	AQUADEST 5 MENIT	6745.9000*	54.66814	.000	6637.1276	6854.6724
	AQUADEST 30 MENIT	6765.8000*	54.66814	.000	6657.0276	6874.5724
	AQUADEST 60 MENIT	6738.3000*	54.66814	.000	6629.5276	6847.0724
AQUADEST 5 MENIT	ISOTONIK 5 MENIT	-140.3000*	54.66814	.012	-249.0724	-31.5276
	ISOTONIK 30 MENIT	-2011.3000*	54.66814	.000	-2120.0724	-1902.5276
	ISOTONIK 60 MENIT	-3026.6000*	54.66814	.000	-3135.3724	-2917.8276
	ENERGI 5 MENIT	-892.7000*	54.66814	.000	-1001.4724	-783.9276
	ENERGI 30 MENIT	-4495.3000*	54.66814	.000	-4604.0724	-4386.5276
	ENERGI 60 MENIT	-6745.9000*	54.66814	.000	-6854.6724	-6637.1276
	AQUADEST 30 MENIT	19.9000	54.66814	.717	-88.8724	128.6724
	AQUADEST 60 MENIT	-7.6000	54.66814	.890	-116.3724	101.1724
AQUADEST 30 MENIT	ISOTONIK 5 MENIT	-160.2000*	54.66814	.004	-268.9724	-51.4276
	ISOTONIK 30 MENIT	-2031.2000*	54.66814	.000	-2139.9724	-1922.4276
	ISOTONIK 60 MENIT	-3046.5000*	54.66814	.000	-3155.2724	-2937.7276
	ENERGI 5 MENIT	-912.6000*	54.66814	.000	-1021.3724	-803.8276
	ENERGI 30 MENIT	-4515.2000*	54.66814	.000	-4623.9724	-4406.4276
	ENERGI 60 MENIT	-6765.8000*	54.66814	.000	-6874.5724	-6657.0276
	AQUADEST 5 MENIT	-19.9000	54.66814	.717	-128.6724	88.8724
	AQUADEST 60 MENIT	-27.5000	54.66814	.616	-136.2724	81.2724
AQUADEST 60 MENIT	ISOTONIK 5 MENIT	-132.7000*	54.66814	.017	-241.4724	-23.9276
	ISOTONIK 30 MENIT	-2003.7000*	54.66814	.000	-2112.4724	-1894.9276
	ISOTONIK 60 MENIT	-3019.0000*	54.66814	.000	-3127.7724	-2910.2276
	ENERGI 5 MENIT	-885.1000*	54.66814	.000	-993.8724	-776.3276
	ENERGI 30 MENIT	-4487.7000*	54.66814	.000	-4596.4724	-4378.9276
	ENERGI 60 MENIT	-6738.3000*	54.66814	.000	-6847.0724	-6629.5276
	AQUADEST 5 MENIT	7.6000	54.66814	.890	-101.1724	116.3724
	AQUADEST 30 MENIT	27.5000	54.66814	.616	-81.2724	136.2724

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

## Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1	PRE ISOTONIK - POST ISOTONIK 5 MENIT	-1474.70000	895.75282	283.26191	-2115.48297	-833.91703	-5.206	9	.001
Pair 2	PRE ISOTONIK 30 MENIT - POST ISOTONIK 30 MENIT	-20184.90000	1578.10361	499.04018	-21313.80731	-19055.99269	-40.447	9	.000
Pair 3	PRE ISOTONIK 60 MENIT - POST ISOTONIK 60 MENIT	-30337.60000	1481.42410	468.46744	-31397.34696	-29277.85304	-64.759	9	.000
Pair 4	PRE ENERGI 5 MENIT - POST ENERGI 5 MENIT	-8999.80000	1477.60706	467.26038	-10056.81641	-7942.78359	-19.261	9	.000
Pair 5	PRE ENERGI 30 MENIT - POST ENERGI 30 MENIT	-45026.40000	1360.30938	430.16760	-45999.50671	-44053.29329	-104.672	9	.000
Pair 6	PRE ENERGI 60 MENIT - POST ENERGI 60 MENIT	-67532.90000	1584.85376	501.17476	-68666.63608	-66399.16392	-134.749	9	.000
Pair 7	PRE AQUADEST 5 MENIT - POST AQUADEST 5 MENIT	-73.60000	787.09539	248.90142	-636.65412	489.45412	-.296	9	.774
Pair 8	PRE AQUADEST 30 MENIT - POST AQUADEST 30 MENIT	125.10000	635.75020	201.04187	-329.68830	579.88830	.622	9	.549
Pair 9	PRE AQUADEST 60 MENIT - POST AQUADEST 60 MENIT	-149.80000	626.40346	198.08617	-597.90204	298.30204	-.756	9	.469

**Lampiran 8.** Dokumentasi penelitian

 <p>Penyimpanan sampel dalam saliva buatan</p>	 <p>Pengolesan cat kuku bening pada akar gigi</p>
 <p>Pengambilan 3 ml larutan</p>	 <p>Pembuatan larutan destruksi asam dengan cara pemberian 2 ml <math>\text{HNO}_3</math> 65% dan 5 ml aquabidest</p>
 <p>Pemanasan larutan destruksi pada <i>hotplate</i></p>	 <p>Proses pengenceran larutan</p>
 <p>Penyaringan larutan dan pemindahan ke wadah</p>	 <p>Pengukuran kadar kalsium dengan menggunakan <i>Atomic Absorption Spechtrphotometer</i></p>

**Lampiran 9.** Daftar riwayat hidup mahasiswa

Nama : Annasya Namillania  
Tempat/tanggal lahir : Pekanbaru, 23 Februari 2000  
Alamat : Jl. Tanjung Datuk RT 003/RW 005, Pesisir, Lima puluh,  
Pekanbaru, Riau  
Nomor telepon/HP : 085335762265  
Email : annasyanugraha24@gmail.com

## Riwayat Pendidikan Formal

1. SD Swasta Yayasan Perguruan Wahidin Bagansiapiapi Lulus tahun : 2012
2. SMP Swasta Yayasan Perguruan Wahidin Bagansiapiapi Lulus tahun : 2015
3. SMA Negeri 1 Pekanbaru Lulus tahun : 2018

## Pengalaman Organisasi

1. Staf Ahli Bidang Riset dan Keilmuan Himpunan Mahasiswa Kedokteran Gigi Undip periode 2020
2. Staf Muda Bidang Kesejahteraan Mahasiswa dan Sosial Politik Kedokteran Gigi Undip periode 2019