

**PERBEDAAN EFEKTIVITAS PASTA GIGI YANG MENGANDUNG  
NOVAMIN DAN SENSISTAT TERHADAP KEKERASAN ENAMEL GIGI**

**TUGAS AKHIR**

**Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran Gigi**



**Oleh :**

**Leony Puspita Ariani**

**105070400111050**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER GIGI**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2014**

## ABSTRAK

Ariani, Leony Puspita. 2014. **Perbedaan Efektivitas Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan SensiStat terhadap Kekerasan Enamel Gigi**. Tugas Akhir, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Pembimbing: (1) drg. Chandra Sari Kurniawati, Sp.KG. (2) drg. Dini Rachmawati, Sp.KGA.

Proses demineralisasi menyebabkan kekerasan permukaan enamel menjadi turun. Kekerasan permukaan enamel yang turun dapat dikembalikan melalui proses remineralisasi. Bahan yang mampu membantu proses remineralisasi adalah pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektivitas pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat terhadap kekerasan enamel gigi. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan *Post Test Group Design*. Sampel gigi dibagi menjadi dua kelompok secara acak. Kelompok pertama diberi perlakuan dengan pasta gigi yang mengandung NovaMin, sedangkan kelompok kedua diberi perlakuan dengan pasta gigi yang mengandung SensiStat. Kekerasan permukaan enamel diuji menggunakan *Vickers Microhardness Tester*. Rerata kekerasan enamel kelompok perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin adalah 361,322 VHN, sedangkan rerata kekerasan enamel kelompok perlakuan pasta gigi yang mengandung SensiStat adalah 349,844 VHN. Berdasarkan hasil analisis *independent t-test*, didapatkan angka signifikansi mencapai 0,703 atau nilai  $p > 0,05$ . Nilai  $p > 0,05$ , maka tidak terdapat perbedaan rerata kekerasan enamel yang signifikan antara kelompok perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat. Namun, apabila dilihat dari hasil rerata kekerasan enamel setelah diberi perlakuan, nilai rerata kekerasan enamel pada perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin lebih tinggi dibanding pasta gigi yang mengandung SensiStat. Kesimpulan dari penelitian ini adalah tidak terdapat perbedaan efektivitas antara pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat terhadap kekerasan enamel gigi, dan disarankan untuk melakukan penelitian yang lebih lanjut mengenai pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat dengan metode yang berbeda.

Kata kunci: NovaMin, SensiStat, Kekerasan, Enamel, Vickers, Remineralisasi

## ABSTRACT

Ariani, Leony Puspita. 2014. ***The Difference of Effectiveness Toothpaste Containing NovaMin and SensiStat against Tooth Enamel Hardness.*** Final Assignment, Faculty of Medicine, Brawijaya University. Supervisors: (1) drg. Chandra Sari Kurniawati, Sp.KG. (2) drg. Dini Rachmawati, Sp.KGA.

Demineralization process can reduce the hardness level of an enamel surface. The reduction of hardness level of an enamel surface can be fixed by applying a remineralization process. Toothpaste containing NovaMin and SensiStat is one of the ingredient or material that can help the remineralization process. The main purpose of this research is to determine the effectiveness of toothpaste containing NovaMin and SensiStat against the hardness level of tooth enamel. This research is based on laboratory experimental research using the *Post Test Group Design*. In this research, tooth samples are divided into two types of treatments randomly. The first group is treated with toothpaste containing NovaMin, while the second group is treated with toothpaste containing SensiStat. The hardness of the enamel surface is tested using a *Vickers Microhardness Tester*. The average hardness level of an enamel surface that is treated with toothpaste containing NovaMin is 361,322 VHN, while the average hardness level of an enamel surface that is treated with toothpaste containing SensiStat is 349,844 VHN. Based on the results of *independent t-test* analysis, it reaches a significance value of 0,703 or a value of  $p > 0,05$ . This means that, there are no significance differences between the two treatments that are applied to the tooth samples. However, the results of the two treatments shows that the hardness level of an enamel that is treated with toothpaste containing NovaMin is higher than the enamel that is treated with toothpaste containing SensiStat. The conclusion of this research is that there are no differences between the effectiveness of toothpaste containing NovaMin and SensiStat against the hardness level of tooth enamel, and it is recommended to conduct further researches on toothpaste containing NovaMin and SensiStat using different methods.

Keywords: NovaMin, SensiStat, Hardness, Enamel, Vickers, Remineralization

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Abstrak.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar .....	ix
Daftar Tabel.....	x
Daftar Lampiran .....	xi
Daftar Singkatan .....	xii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.3.1 Tujuan Umum .....	3
1.3.2 Tujuan Khusus .....	3
1.4 Manfaat .....	3
1.4.1 Manfaat Dalam Praktik .....	3
1.4.2 Manfaat Dalam Akademik .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Struktur Gigi .....	5
2.1.1 Enamel .....	6
2.1.1.1 Komposisi Enamel.....	6
2.1.1.2 Struktur Enamel .....	7
2.1.1.3 Kekerasan Enamel .....	8
2.1.2 Dentin .....	9
2.1.3 Sementum .....	10
2.1.4 Pulpa .....	11
2.2 Saliva .....	12
2.2.1 Fungsi Saliva .....	12
2.2.2 Komposisi Saliva .....	14
2.2.3 pH Saliva .....	15
2.2.4 Peran Saliva terhadap Proses Remineralisasi .....	16
2.3 Demineralisasi dan Remineralisasi.....	17
2.3.1 Demineralisasi .....	17
2.3.2 Remineralisasi .....	19
2.4 NovaMin .....	21
2.4.1 Peran NovaMin terhadap Proses Remineralisasi .....	22
2.5 SensiStat .....	23
2.4.1 Peran SensiStat terhadap Proses Remineralisasi .....	24
2.6 Uji Kekerasan Vickers .....	24
<b>BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS</b>	
3.1 Kerangka Konsep .....	27
3.2 Hipotesis .....	28



**BAB 4 METODE PENELITIAN**

4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian .....	29
4.2 Sampel Penelitian .....	29
4.3 Variabel Penelitian .....	30
4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	31
4.5 Bahan dan Alat Penelitian .....	31
4.5.1 Alat Penelitian .....	31
4.5.2 Bahan Penelitian .....	31
4.6 Definisi Operasional .....	31
4.7 Prosedur Penelitian .....	32
4.7.1 Persiapan Gigi .....	32
4.7.2 Perendaman ke Larutan Demineralisasi .....	33
4.7.3 Pengelompokkan Sampel .....	34
4.7.4 Pemberian <i>Artificial</i> Saliva .....	34
4.7.5 Persiapan Pasta Gigi NovaMin dan SensiStat .....	34
4.7.6 Aplikasi Pasta Gigi NovaMin dan SensiStat .....	34
4.7.7 Uji Kekerasan Gigi .....	35
4.7.8 Perlakuan Sampel Pasca Penelitian .....	36
4.8 Alur Penelitian .....	37
4.9 Analisis Data .....	38

**BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA**

5.1 Hasil Penelitian .....	39
5.2 Analisis Data .....	41
5.2.1 Hasil Pengujian Normalitas Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan SensiStat .....	42
5.2.2 Analisis Hasil Kekerasan Enamel pada Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin .....	43
5.2.3 Analisis Hasil Kekerasan Enamel pada Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat .....	44
5.2.4 Analisis Hasil Kekerasan Enamel Antara Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat .....	45

**BAB 6 PEMBAHASAN**

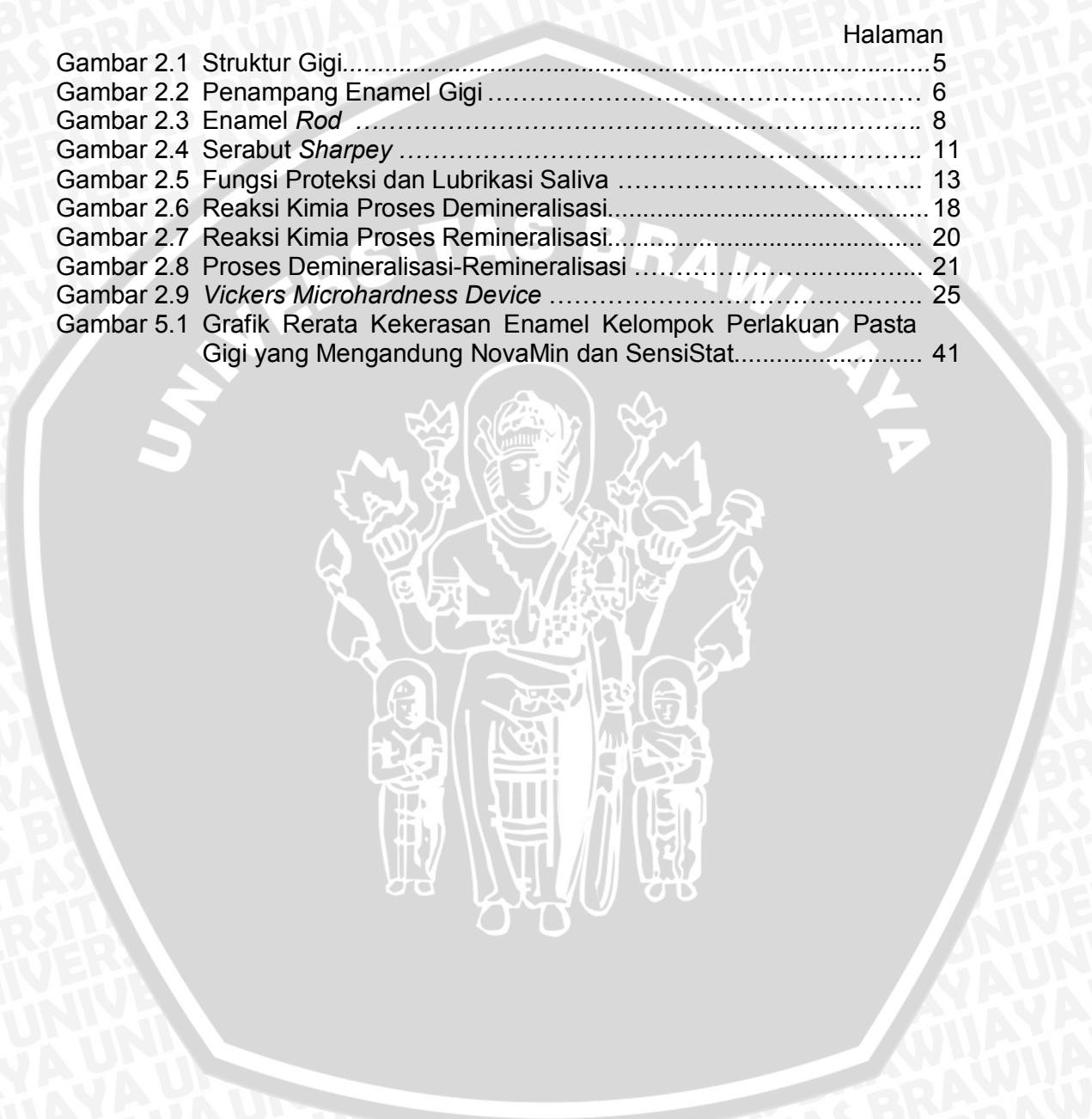
**BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN**

7.1 Kesimpulan .....	54
7.2 Saran .....	54
Daftar Pustaka .....	56
Lampiran .....	61



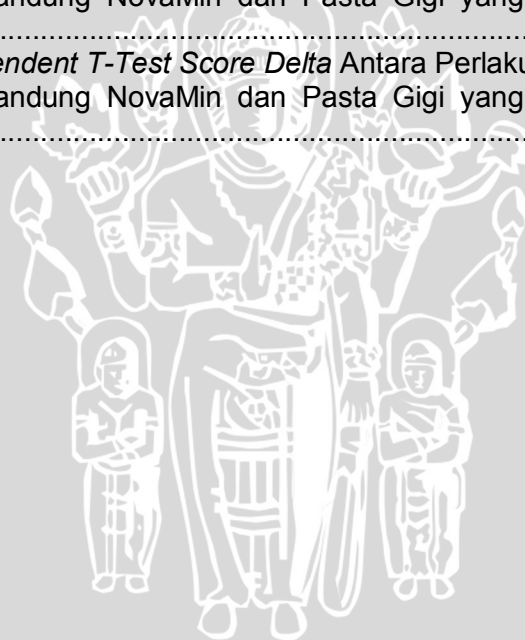
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Gigi.....	5
Gambar 2.2 Penampang Enamel Gigi .....	6
Gambar 2.3 Enamel Rod .....	8
Gambar 2.4 Serabut <i>Sharpey</i> .....	11
Gambar 2.5 Fungsi Proteksi dan Lubrikasi Saliva .....	13
Gambar 2.6 Reaksi Kimia Proses Demineralisasi.....	18
Gambar 2.7 Reaksi Kimia Proses Remineralisasi.....	20
Gambar 2.8 Proses Demineralisasi-Remineralisasi .....	21
Gambar 2.9 <i>Vickers Microhardness Device</i> .....	25
Gambar 5.1 Grafik Rerata Kekerasan Enamel Kelompok Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan SensiStat.....	41



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 5.1 Rerata Kekerasan Enamel Kelompok Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin.....	39
Tabel 5.2 Rerata Kekerasan Enamel Kelompok Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat.....	40
Tabel 5.3 Hasil <i>Kolmogorov-Smirnov Test</i> Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan SensiStat.....	42
Tabel 5.4 Hasil <i>Paired T-Test</i> Kelompok Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin .....	43
Tabel 5.5 Hasil <i>Paired T-Test</i> Kelompok Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat.....	44
Tabel 5.6 Hasil <i>Independent T-Test Score Post</i> Antara Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat.....	45
Tabel 5.7 Hasil <i>Independent T-Test Score Delta</i> Antara Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat.....	46



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Hasil Uji Kekerasan Enamel Gigi.....	61
Lampiran 2 Hasil Analisis Data Statistik .....	62
Lampiran 3 Keterangan Kelaikan Etik .....	65
Lampiran 4 Surat Keterangan Penelitian .....	66
Lampiran 5 Lembar <i>Informed Consent</i> .....	67
Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian .....	68





## DAFTAR SINGKATAN

1. pH	: <i>Power of Hydrogen</i>
2. HCA	: Hidroksikarbonat Apatit
3. KHN	: <i>Knoop Hardness Number</i>
4. VHN	: <i>Vickers Hardness Number</i>
5. SD	: Standar Deviasi
6. IL	: <i>Indentation Length</i>
7. IgA	: Immunoglobulin A
8. IgG	: Immunoglobulin G
9. IgM	: Immunoglobulin M
10. $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$	: Hidroksiapatit
11. $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F})_2$	: Fluorapatit
12. H	: Hidrogen
13. K	: Kalium
14. Na	: Natrium
15. Cl	: Klorida
16. Ca	: Kalsium
17. $\text{PO}_4$	: Fosfat
18. F	: Fluorida
19. OH	: Hidroksida
20. $\text{HSO}_4$	: Hidrosulfat
21. $\text{H}_2\text{SO}_4$	: Asam Sulfat
22. HF	: Asam Fluorida
23. $\text{H}_2\text{O}$	: Dihidrogen Monoksida
24. $\text{CaHSO}_4$	: Kalsium Hidrosulfat
25. $\text{CaPO}_4$	: Kalsium Fosfat
26. $\text{CaHPO}_4$	: Kalsium Hidrofosfat
27. $\text{F}_2$	: Fluorin
28. $\text{SiO}_2$	: Silika Dioksida
29. $\text{Na}_2\text{O}$	: Dinatrium Oksida
30. CaO	: Kalsium Oksida
31. $\text{P}_2\text{O}_5$	: Difosfat Pentaoksida
32. Si	: Silika
33. M	: Konsentrasi Molar

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Gigi merupakan jaringan tubuh yang paling keras dibandingkan jaringan yang lainnya. Struktur gigi berlapis mulai dari enamel, dentin, dan pulpa. Di antara struktur gigi tersebut, lapisan yang paling keras adalah enamel (Srigupta, 2004). Enamel terbentuk dari bahan organik dan inorganik yang tidak mudah rusak. Sebagian besar enamel tersusun oleh kristal hidroksiapatit, yang terdiri dari ion kalsium dan fosfat (Fauziah, 2008).

Enamel merupakan lapisan yang sangat keras, namun enamel dapat mengalami kerusakan apabila berkontak dengan asam. Saat berkontak dengan asam, pH saliva akan turun sampai di bawah 5,5 dalam tempo 3-5 menit. Penurunan pH yang berulang-ulang menyebabkan ion kalsium dan fosfat pada enamel menjadi larut (Stookey, 2008). Hilangnya ion kalsium dan fosfat ini menyebabkan adanya pori-pori kecil atau porositas pada gigi. Porositas menyebabkan kekerasan permukaan enamel gigi menjadi berkurang, sehingga memudahkan proses demineralisasi (Prasetyo, 2005). Proses demineralisasi ini dapat diperbaiki secara alami melalui proses remineralisasi.

Remineralisasi adalah proses perbaikan lesi yang terjadi karena adanya ion kalsium, fosfat, dan dibantu oleh fluoride. Ion-ion tersebut berperan untuk membangun kembali permukaan baru di bawah permukaan lesi yang tersisa setelah demineralisasi (Walsh, 2009). Adanya ion kalsium dan fosfat yang terbentuk kembali akibat proses remineralisasi menyebabkan kekerasan gigi

meningkat. Oleh karena itu, adanya proses demineralisasi dan remineralisasi gigi sangat berpengaruh terhadap kekuatan dan kekerasan pada enamel gigi (Miller, 2006).

Beberapa dekade terakhir ini, mulai banyak dilakukan penelitian mengenai bahan yang mampu membantu proses remineralisasi pada enamel. Bahan ini diproduksi dalam bentuk pasta gigi, yaitu pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat. NovaMin dikenal sebagai bahan yang terbuat dari partikel *bioactive glass* yang berukuran sedang yaitu kurang dari 20 mikron. *Bioactive glass* adalah material yang dapat bereaksi dengan cairan tubuh dan menghasilkan lapisan kaca hidroksikarbonat apatit (HCA). Efektivitas NovaMin pada remineralisasi gigi terjadi karena adanya ion silika, kalsium, fosfor, dan sodium yang terkandung di dalamnya. NovaMin bereaksi ketika berkontak dengan saliva atau media cair lain, kemudian unsur aktifnya yaitu *kalsium sodium fosfosilikat* bekerja melapisi permukaan gigi, sehingga terjadi proses remineralisasi pada enamel gigi (Golpayegani et al., 2012). Selain NovaMin, bahan lain yang dapat membantu proses remineralisasi gigi adalah SensiStat.

SensiStat merupakan bahan yang digunakan sebagai abrasif pada pasta gigi. SensiStat mengandung arginin bikarbonat, asam amino kompleks, dan unsur kalsium karbonat. Arginin kompleks bereaksi melakukan perlekatan unsur kalsium karbonat ke permukaan enamel atau dentin, kemudian kalsium karbonat perlahan larut dan melepaskan ion kalsium, sehingga terjadilah proses remineralisasi (Goswami et al., 2012).

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa NovaMin dan SensiStat merupakan bahan yang terkandung dalam pasta gigi untuk membantu proses remineralisasi. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk meneliti tentang

perbedaan efektivitas pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat terhadap kekerasan enamel gigi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan efektivitas pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat terhadap kekerasan enamel gigi?

## 1.3 Tujuan

### 1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui efektivitas pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat terhadap kekerasan enamel gigi.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui kekerasan enamel gigi setelah diberi pasta gigi yang mengandung NovaMin.
2. Mengetahui kekerasan enamel gigi setelah diberi pasta gigi yang mengandung SensiStat.
3. Mengetahui perbedaan kekerasan enamel gigi setelah diberi NovaMin dan SensiStat.

## 1.4 Manfaat

### 1.4.1 Manfaat dalam praktik

1. Menambah wawasan kepada masyarakat mengenai manfaat NovaMin dan SensiStat dalam upaya memperbaiki demineralisasi enamel.

2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai manfaat NovaMin dan SensiStat dalam meningkatkan kekerasan gigi.

#### 1.4.2 Manfaat dalam akademik

1. Menambah referensi di bidang ilmu kedokteran gigi yang berkaitan dengan perbedaan efektivitas pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat terhadap kekerasan gigi.
2. Sebagai bahan pertimbangan untuk inovasi baru mengenai material restorasi dengan menggunakan bahan NovaMin dan SensiStat.
3. Menjadi salah satu informasi ilmiah bagi penelitian yang lebih lanjut sehingga berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

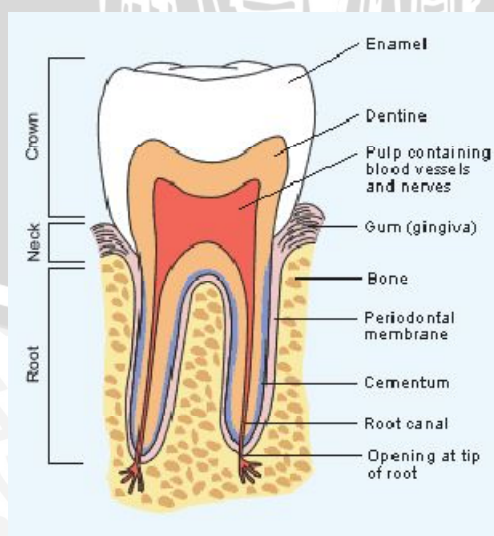


## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Struktur Gigi

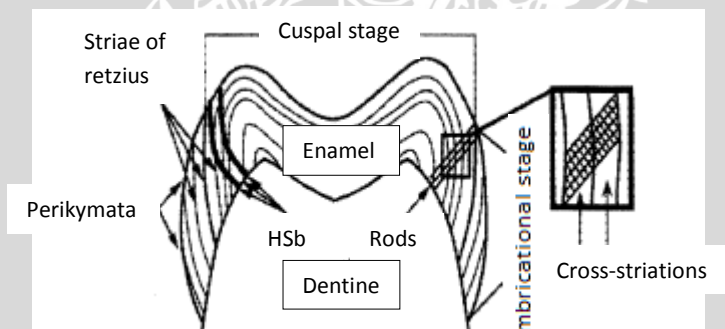
Struktur gigi dibagi menjadi tiga bagian, yaitu mahkota, leher, dan akar gigi. Mahkota gigi adalah bagian gigi yang dapat dilihat yang terletak di atas gingiva. Leher gigi adalah bagian gigi yang terletak pada garis gingiva, yaitu di antara akar dan mahkota gigi, sedangkan akar gigi yaitu bagian gigi yang terletak di bawah gingiva. Setiap mahkota gigi dilapisi oleh enamel yang melindungi dentin, yang merupakan komponen penting di dalam struktur gigi, kemudian pada akar gigi, dentin dilapisi oleh lapisan tipis sementum. Pada bagian tengah gigi terdapat kamar pulpa yang berisi pembuluh darah, pembuluh saraf, dan pembuluh limfa. Perpanjangan pulpa yang terletak di dalam akar gigi dinamakan saluran akar (Xu and Zhu, 2011)



Gambar 2.1 Struktur Gigi (Xu and Zhu, 2011)

### 2.1.1 Enamel

Enamel merupakan jaringan yang paling keras pada tubuh manusia, lebih keras dibandingkan dengan tulang. Hal ini disebabkan oleh strukturnya yang tersusun atas kalsium dan fosfor (Xu and Zhu, 2011). Sebagian besar bahan anorganik yang terkandung pada struktur enamel adalah hidroksiapatit, yaitu pada enamel rod atau prisma enamel. Kandungan mineralnya yang tinggi menyebabkan enamel menjadi keras, tetapi enamel juga memiliki sifat rapuh karena modulus elastisitasnya yang tinggi dan *tensile strength* yang rendah. Enamel juga dapat retak dan fraktur meskipun enamel merupakan jaringan yang sangat keras (Giannini *et al.*, 2004).



Gambar 2.2 Penampang Enamel Gigi (Stavrianos, 2010)

#### 2.1.1.1 Komposisi Enamel

Komposisi enamel terdiri dari 96% bahan anorganik. Bahan anorganik ini meliputi beberapa juta kristal hidroksi apatit, yang mempunyai rumus kimia  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , karbonat (4%), sodium (0,6%), magnesium (1,2%), klorida (0,2%), dan fluoride (0,01%), sedangkan sisanya terdiri dari air, bahan organik, dan jaringan fibrosa (Nanci, 2012).

Kalsium dan fosfat merupakan komponen anorganik yang penting, yang tersusun dalam hidroksiapatit ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ). Ion ini berperan dalam proses remineralisasi dan sebagai faktor yang menyebabkan kekerasan gigi. Ion fluoride juga berperan sangat penting pada pembentukan dan perkembangan enamel, sebab dapat menggantikan gugus hidroksil sehingga membentuk fluorapatit ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F})_2$ ). Fluoride tersebut berasal dari lingkungan mulut, misalnya saliva, sehingga fluorisasi paling banyak terjadi di enamel bagian luar. Hal ini amat penting untuk mempertahankan keutuhan enamel karena fluorapatit lebih sukar larut dibandingkan dengan hidroksiapatit (Rahardjo, 2002).

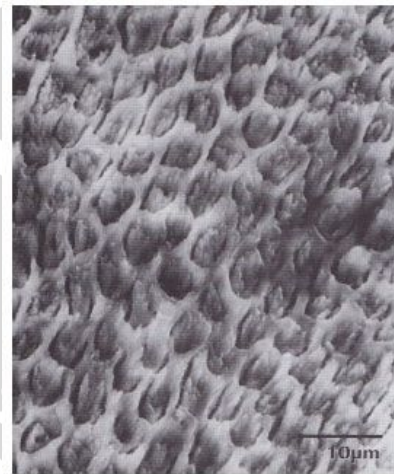
Kandungan mineral yang terdapat pada enamel sangat beragam, sehingga proses remineralisasi berlangsung tidak sederhana. Selama perbandingan ionnya tepat, dimana perbandingan antara ion kalsium, ion fosfat, dan ion fluor atau ion hidroksil adalah 10 : 6 : 2, maka proses remineralisasi dapat terjadi. Namun, tersedianya kalsium tetap merupakan faktor yang tunggal yang penting dalam proses remineralisasi enamel (Walsh, 2009).

#### 2.1.1.2 Struktur Enamel

Enamel *rod* merupakan struktur utama dari email yang terbentuk dari kristal-kristal hidroksiapatit (Nanci, 2012). Struktur enamel terdiri dari jutaan enamel *rod* atau prisma enamel yang memanjang dari arah perbatasan enamel dan dentin ke permukaan enamel, serta satu dengan yang lainnya saling mengikat. Pada potongan melintang nampak seperti 'keyhole' yang terdiri atas kepala dan ekor. Arah prisma ke permukaan tidak lurus melainkan bergelombang untuk mempertinggi ketahanan terhadap gaya yang datang. Di bagian kepala prisma terdapat selubung prisma (*prisma sheath*) yang di dalamnya terdapat kristal hidroksiapatit. Di antara kristal terdapat celah yang terisi oleh matriks yang



sukar diamati, sebab terdiri dari zat berupa gel yang tidak berstruktur. Di antara kristal juga terdapat *cross striations* yang di bagian terluarnya terdapat *striae of retzius* (Sluder, 2001).



**Gambar 2.3 Enamel Rod (Stavrianos et al., 2010)**

### 2.1.1.3 Kekerasan Enamel

Enamel merupakan bagian tubuh yang paling keras, lebih keras dibandingkan dengan tulang. Hal ini disebabkan karena enamel mengandung kalsium dan fosfor (Xu and Zhu, 2011). Enamel terbentuk dari bahan organik dan inorganik yang tidak mudah rusak. Sebagian besar enamel tersusun oleh kristal hidroksiapatit, yang terdiri dari ion kalsium dan fosfat (Nanci, 2012).

Berdasarkan uji kekekerasan *Vickers*, rata-rata kekerasan enamel dan dentin berada dalam kisaran 270 sampai 350 KHN (atau 250 sampai 360 VHN) dan dari 50 sampai 70 KHN. Namun, standar deviasi (SD) untuk berbagai nilai ini menunjukkan variasi yang luas dan signifikan, meskipun pada dentin variasi ini jarang ditemukan. Jadi, sebagai contoh, Craig dan Peyton melaporkan bahwa

kekerasan enamel berada dalam kisaran  $344 \pm 49$  sampai  $418 \pm 60$  VHN, Collyrs et al mulai  $369 \pm 25$  sampai  $431 \pm 35$ , Wilson and Love mulai  $263 \pm 26$  sampai  $327 \pm 40$ . Kekerasan enamel oklusal bervariasi mulai 359 sampai 424 VHN, dan enamel servikal mulai 227 sampai 342 VHN. Variasi ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti gambaran histologis, komposisi kimia, preparasi spesimen, dan kesalahan pada proses dan membaca *indentation length* (IL) pada alat uji *Vickers* (Pilar et al., 2003).

### 2.1.2 Dentin

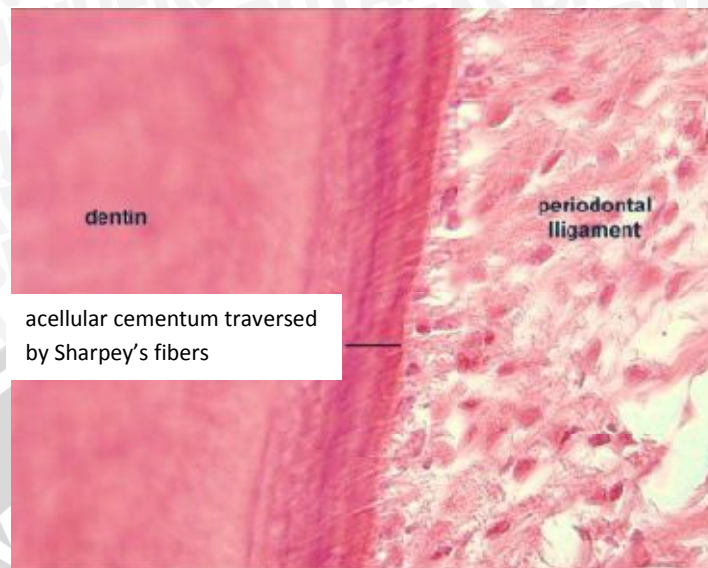
Struktur utama pada bagian dalam gigi adalah dentin. Substansi ini lebih lunak dibandingkan dengan enamel, dengan struktur yang mirip tulang. Strukturnya elastis, berbeda dengan enamel yang dapat rapuh. Sifat dentin adalah sensitif. Hal ini disebabkan adanya tubulus-tubulus kecil di sepanjang struktur dentin yang menyambung dengan saraf pusat gigi pada pulpa (Xu and Zhu, 2011).

Dentin tersusun atas 70% material inorganik, 18% matriks organik, dan 12% air. Fase kolagen pada intertubular dentin menyebabkan dentin memiliki modulus elastisitas yang lebih rendah dibandingkan dengan enamel. Kandungan mineralnya lebih rendah, sehingga kekerasannya lebih rendah daripada enamel. Struktur dentin terdiri dari tubulus-tubulus yang dikelilingi oleh peritubular dentin yang mengandung mineral tinggi dan matriks intertubular yang mengandung serabut kolagen yang diperkuat dengan apatit. Struktur tubulus, peritubular, dan intertubular dentin berbeda-beda di setiap lokasinya. Perbedaan komposisi ini sangat berpengaruh terhadap kekerasannya (Giannini, 2004).

### 2.1.3 Sementum

Di dalam gusi, dentin dilapisi oleh lapisan tipis sementum. Sementum adalah jaringan serupa tulang yang menutupi akar dan berfungsi menyediakan tempat perlekatan bagi serabut-serabut utama periodontium (Walton and Torabinejad, 2008). Sementum terdiri dari serabut kolagen yang tertanam di dalam matriks organik yang terkalsifikasi. Kandungan organiknya, yaitu hidroksiapatit jumlahnya hanya sekitar 45%, lebih kecil dari dentin dan enamel. Tipe sementum yaitu selular dan aselular. Sementum selular mengandung sementosit pada lakuna seperti osteosit pada tulang, dan saling berhubungan satu sama lain melalui anyaman kanalikuli. Sementum aselular membentuk lapisan permukaan yang tipis, sering hanya terbatas pada bagian servikal akar. Sementum ini tidak mengandung sementosit di dalam substansinya, tetapi terdapat sementoblast pada permukaannya (Manson and Eley, 2013).

Ada dua susunan serabut kolagen pada sementum. Serabut utama adalah serabut ligamen periodontal yang tertanam sebagai serabut *Sharpey* pada matriks terkalsifikasi dan bergabung pada sementum ketika sementum dideposisikan. Serabut ini tersusun tegak lurus terhadap permukaan sementum. Serabut lainnya membentuk anyaman padat dan tidak teratur pada matriks. Pada sementum aseluler, serabut *Sharpey* tersusun padat dan sangat terkalsifikasi, sedangkan pada sementum selular, serabut tersusun longgar dan terkalsifikasi sebagian (Manson and Eley, 2013).



**Gambar 2.4 Serabut Sharpey (Caitlin, 2011)**

#### 2.1.4 Pulpa

Pulpa gigi adalah jaringan lunak yang terletak di daerah tengah pulpa. Jaringan pulpa membentuk, mendukung, dan dikelilingi oleh dentin. Fungsi utama pulpa adalah formatif, yakni membentuk odontoblast yang akan membentuk dentin. Pada tahap awal perkembangannya, odontoblast juga berinteraksi dengan sel-sel dari epitel dentis dan membentuk enamel. Setelah gigi terbentuk, pulpa menyelenggarakan sejumlah fungsi sekundernya yakni yang berkaitan dengan sensitivitas gigi, hidrasi, dan pertahanan (Walton and Torabinejad, 2008). Pulpa merupakan jaringan lunak yang berisi pembuluh darah yang memberi suplai nutrisi pada gigi. Selain itu, pulpa berisi saraf yang dapat memberikan sensasi terhadap panas dan dingin. Pulpa juga berisi pembuluh limfa yang membawa sel darah putih pada gigi untuk membantu melawan bakteri (Xu and Zhu, 2011).

Komposisi pulpa serupa dengan komposisi jaringan ikat lainnya, yakni terutama terdiri atas glikosaminoglikan, glikoprotein, dan air. Lingkungannya berupa suatu sol-gel yang menunjang sel-sel dan bertindak sebagai media untuk transportasi nutrisi dan metabolit. Perubahan komposisi bahan dasar yang disebabkan oleh usia atau penyakit dapat mengganggu keaktifan sel-sel dan dapat menyebabkan ketidakaturan fungsi sel dan deposisi mineral (Walton and Torabinejad, 2008).

## 2.2 Saliva

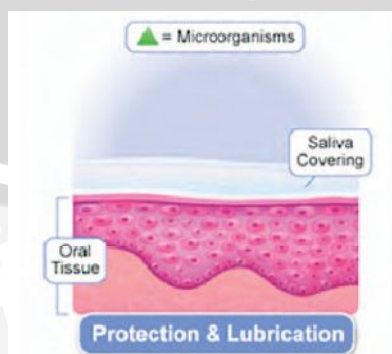
Saliva adalah hasil sekresi kelenjar eksokrin yang terdiri dari 99% air, yang mengandung berbagai elektrolit (natrium, kalium, kalsium, klorida, magnesium, bikarbonat, fosfat) dan protein, meliputi enzim, immunoglobulin dan antimikroba lainnya, glikoprotein, albumin dan beberapa polipeptida dan oligopeptida yang penting bagi kesehatan mulut. Selain itu terdapat glukosa dan produk nitrogen, seperti urea dan amonia. Komponen tersebut berinteraksi dan bertanggung jawab terhadap fungsi saliva (Almeida *et al.*, 2008).

Pada aliran saliva yang lambat, saliva yang sampai ke mulut bersifat hipotonik, sedikit asam, dan kaya akan  $K^+$  tetapi relatif kurang  $Na^+$  dan  $Cl^-$ . Jika aliran saliva cepat, komposisi ion tidak memiliki cukup waktu untuk berubah di dalam duktus. Akibatnya, meskipun pada manusia tetap bersifat hipotonik, saliva lebih cenderung isotonik, dengan konsentrasi  $Na^+$  dan  $Cl^-$  yang lebih tinggi (Ganong, 2008).

### 2.2.1 Fungsi saliva

Saliva memiliki peranan penting dalam perlindungan kesehatan gigi dan mulut yang optimal dan menciptakan keseimbangan ekologis yang sesuai. Saliva

berperan sebagai pelumasan dan perlindungan jaringan mulut, tindakan buffer dan pembersihan, pemeliharaan integritas gigi, dan aktivitas antibakteri (Hurlbutt *et al.*, 2010). Saliva yang tersusun atas jaringan seromukus melakukan fungsi pelumasan dan melindungi jaringan mulut terhadap agen iritasi. Hal ini dikarenakan sekresi musin (yaitu protein) yang memungkinkan fungsi pelumasan, proteksi melawan dehidrasi, dan menjaga viskositas saliva. Selain itu, saliva juga melakukan tindakan buffer dan pembersihan asam yang diproduksi oleh mikroorganisme asidogenik, sehingga mencegah demineralisasi enamel. Saliva berperan penting dalam menjaga integritas enamel gigi dengan mengatur proses remineralisasi dan demineralisasi. Faktor utama yang mengontrol stabilitas hidroksiapatit enamel adalah kandungan aktif kalsium, fosfat, dan fluoride dalam saliva. Konsentrasi kalsium dan fosfat yang tinggi pada saliva melakukan pertukaran ion terhadap permukaan gigi. Remineralisasi dapat terjadi karena adanya ion kalsium dan fosfat pada saliva. Saliva juga mengandung protein immunologis dan non-immunologis dengan kandungan antibakterial. Hal ini sangat penting untuk menghambat pengendapan ion kalsium dan fosfat dalam kelenjar saliva (Almeida *et al.*, 2008).



Gambar 2.5 Fungsi Proteksi dan Lubrikasi Saliva (Almeida *et al.*, 2008)

### 2.2.2 Komposisi Saliva

Saliva merupakan komponen dari cairan manusia. Komposisi saliva terdiri dari 98% air, dimana 2%nya merupakan kandungan lain seperti elektrolit, mukus, senyawa antibakteri, dan berbagai enzim. Kandungan elektrolit yang terdapat dalam saliva antara lain 2-21 mmol/L natrium, 10-36 mmol/L kalium, 1,2-2,8 mmol/L kalsium, 0,08-0,5 mmol/L magnesium, 5-40 mmol/L klorida, 25 mmol/L bikarbonat, 1,4-39 mmol/L fosfat, dan yodium. Menurut penelitian terbaru, saliva juga mengandung *opiorphin*, yaitu substansi pembunuh rasa nyeri yang terdapat dalam saliva (Solanki, 2012). Selain itu, saliva juga mengandung glukosa dan produk nitrogen, seperti urea dan amonia (Almeida *et al.*, 2008). Seluruh komponen saliva tersebut bekerja mengatur perlekatan bakteri pada biofilm plak, pH dan kapasitas buffer saliva, sifat antibakterial, proses remineralisasi, dan proses demineralisasi gigi (Hurlbutt *et al.*, 2010).

Kalsium dan fosfat berperan dalam proses remineralisasi. Ion-ion tersebut bekerja melakukan reaksi pertukaran ion ke permukaan enamel gigi. Adanya bikarbonat juga berperan penting. Seiring meningkatnya konsentrasi bikarbonat akan menyebar ke plak, menetralkan asam, meningkatkan pH plak, dan membantu remineralisasi enamel dan dentin (Stookey, 2008). Protein dalam saliva juga bekerja sebagai buffer. Sialin bekerja penting dalam meningkatkan pH biofilm setelah fermentasi karbohidrat. Urea merupakan buffer lain yang memproduksi asam amino dan katabolisme protein. Urea berperan meningkatkan pH biofilm yang cepat dengan melepaskan amonia dan karbon dioksida ketika terhidrolisis oleh bakteri. Amonia, produk metabolisme dari urea dan asam amino mempunyai kemampuan sitotoksik ke jaringan gingiva. Hal ini merupakan faktor penting terhadap early gingivitis karena dapat meningkatkan

permeabilitas epitel sulkus ke substansi yang toksik atau antigenik yang dapat membentuk dental kalkulus (Almeida *et al.*, 2008).

Saliva mengandung protein immunologis dan non-immunologis dengan kandungan antibakterial. Sekresi immunoglobulin A (IgA) adalah komponen immunologis terbesar dalam saliva. IgA dapat menetralkan toksin virus, bakteri, dan enzim. IgA bekerja sebagai antibodi terhadap bakteri. Komponen immunologis lain seperti IgG dan IgM terdapat dalam jumlah yang sedikit dan berasal dari cairan gingiva. Komponen protein non-immunologis dalam saliva terdiri dari enzim (lisozim, laktoferin, dan peroksidase), musin glikoprotein, aglutinin, histiasin, protein prolin, *statherins*, dan *cystatin*. Lysozyme dapat menghidrolisis dinding seluler bakteri dan mengaktifasi *bacterial "autolisines"* yang dapat merusak komponen dinding sel bakteri. Laktoferin berperan dalam fungsi bakterisidik dan bakteristatik, fungisidal, anitiviral, antiinflamasi, dan immunomodulator. Peroksidase memberikan aktivitas antimikroba karena oksidasi ion tiosianat dari hidrogen peroksida menjadi hipotiosianat yang merupakan substansi antibakteri yang potensial (Almeida *et al.*, 2008).

### 2.2.3 pH Saliva

Konsentrasi ion hidrogen yang stabil dalam cairan tubuh penting untuk kehidupan. pH suatu larutan adalah logaritma berbasis 10 dari kebalikan konsentrasi  $H^+$  ( $[H^+]$ ), yaitu logaritma negatif  $[H^+]$ . pH air pada 25°C dengan ion  $H^+$  dan  $OH^-$  yang terdapat dalam jumlah yang setara adalah 7,0. Untuk setiap unit pH di bawah 7,0,  $[H^+]$  meningkat sepuluh kali lipat, sedangkan untuk setiap unit pH di atas 7,0, konsentrasi tersebut berkurang sepuluh kali lipat (Ganong, 2008). Nilai pH kurang dari 7 menandakan larutan asam. Semakin rendah



angkanya, semakin asam pula larutan tersebut. Nilai pH untuk larutan basa adalah di atas 7 (Campbell *et al.*, 2008).

Derajat keasaman (pH) dan kapasitas buffer saliva ditentukan oleh susunan kuantitatif dan kualitatif elektrolit di dalam saliva, terutama bikarbonat, karena susunan bikarbonat dalam saliva sangat konstan dan berasal dari kelenjar saliva. Derajat keasaman saliva dalam keadaan normal adalah antara 5,6–7,0 dengan rata-rata pH 6,7. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan pada pH saliva meliputi rata-rata kecepatan aliran saliva, mikroorganisme rongga mulut, dan kapasitas buffer saliva. Derajat keasaman saliva optimum untuk pertumbuhan pertumbuhan bakteri adalah 6,5-7,5. Apabila pH rongga mulutnya rendah, yaitu antara 4,5-5,5, maka akan memudahkan pertumbuhan kuman asidogenik, seperti *Streptococcus mutans* dan *Lactobacillus* (Soesilo dkk., 2005).

Kapasitas buffer saliva dapat menetralkan pH. Dengan kata lain, ketika kapasitas buffer meningkat, maka pH akan berkurang. Apabila pH mulut berkurang (atau menjadi asam), maka bakteri kariogenik cenderung berkembang (Hurlbutt *et al.*, 2010). Selain menetralkan asam yang diproduksi dalam plak, saliva juga berperan dalam mekanisme pertahanan host dengan memperbaiki demineralisasi yang terjadi ketika pH plak bawah 5,5-6,0 (Stookey, 2008).

#### **2.2.4 Peran Saliva terhadap Proses Remineralisasi**

Komposisi saliva dapat berubah dengan merangsang aliran saliva. Peningkatan kecepatan aliran saliva akan meningkatkan konsentrasi protein, natrium, klorida, dan bikarbonat dan menurunkan konsentrasi magnesium dan fosfor. Hal yang paling penting adalah peningkatan konsentrasi bikarbonat yang meningkat secara progresif. Konsentrasi bikarbonat yang meningkat akan

berdifusi ke dalam plak, menetralkan asam plak, meningkatkan pH plak, dan membantu proses remineralisasi enamel dan dentin yang rusak (Stookey, 2008).

Komponen penting dari saliva pada konteks remineralisasi adalah protein. Glikoprotein yang menyerap ke struktur gigi berperan membentuk lapisan pelikel pelindung, dan fosfoprotein berperan mengatur saturasi kalsium pada saliva. Protein pada saliva, seperti glikoprotein, protein prolin, dan *stathrin* dikenal dapat meningkatkan remineralisasi email dengan menarik ion kalsium. Protein prolin membentuk ikatan kuat dengan hidroksiapatit, menghambat perkembangan kristal garam kalsium fosfat dari kondisi jenuh, dan berinteraksi dengan beberapa bakteri rongga mulut. *Statherins*, serta *histatin* dan *cystatins* juga menunjukkan afinitas pada permukaan mineral dan menghambat presipitasi kalsium fosfat (Walsh, 2009).

### 2.3 Demineralisasi dan Remineralisasi

Proses demineralisasi dan remineralisasi mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kekuatan dan kekerasan enamel gigi. Keduanya merupakan proses yang melibatkan permukaan gigi (Miller, 2006).

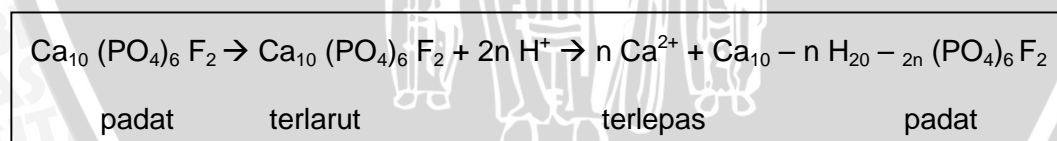
#### 2.3.1 Demineralisasi

Demineralisasi adalah proses larutnya garam mineral pada enamel gigi. Enamel gigi terdiri dari berbagai mineral terutama ion kalsium dan fosfat, yang membentuk molekul hidroksiapatit. Mineral hidroksiapatit dapat larut ketika berkontak dengan asam. Apabila mineral yang larut terlalu banyak, maka dapat menyebabkan terbentuknya kavitas. Larutnya mineral tersebut dapat dipulihkan melalui proses remineralisasi dengan mengonsumsi makanan kaya mineral (Miller, 2006).

Saat pH rongga mulut turun karena produk asam dari bakteri, pH kalsium dan fosfat juga menurun, sehingga resiko demineralisasi juga meningkat. Meskipun tidak ada pH yang tepat kapan demineralisasi dimulai, umumnya 5,0-5,5 merupakan kondisi kritis yang dapat melarutkan mineral gigi (Hurlbutt, 2010).

Pada saat asam berkontak dengan enamel, maka komponen ion hidrogen yang terdapat pada larutan asam tersebut mulai melarutkan kristal enamel. Mula-mula, daerah selubung prisma (*prisma sheath*) akan melarut dan berlanjut ke inti prisma, membentuk permukaan yang dikenal dengan sarang lebah. Kemudian asam yang tidak berionisasi (anion) akan berdifusi ke dalam daerah interprismatik pada enamel gigi dan melarutkan lebih lanjut mineral pada daerah bagian bawah permukaan enamel. Struktur prisma enamel menjadi irreguler diikuti dengan derajat hilangnya enamel yang bervariasi dari satu tempat ketempat lain (Lussi and Jaeggi, 2008).

Reaksi kimia yang terjadi apabila enamel berkontak dengan asam sebagai berikut:



**Gambar 2.6 Reaksi Kimia Proses Demineralisasi (Jarvinen *et al.*, 2005)**

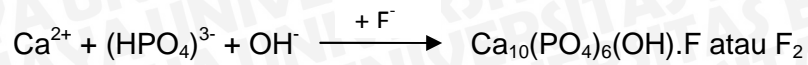
Enamel sebagian besar terdiri dari hidroksiapatit ( $\text{Ca}_{10} (\text{PO}_4)_6 (\text{OH})_2$ ) atau fluoroapatit ( $\text{Ca}_{10} (\text{PO}_4)_6 \text{F}_2$ ). Dalam suasana asam, kedua unsur tersebut akan larut menjadi  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{PO}_4^{9-}$ , dan  $\text{F}^-$  atau  $\text{OH}^-$  membentuk  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4^-$  HF atau  $\text{H}_2\text{O}$ , sedangkan yang kompleks terbentuk  $\text{CaHSO}_4$ ,  $\text{CaPO}_4$ , dan  $\text{CaHPO}_4$ .

Kecepatan melarutnya enamel dipengaruhi oleh derajat keasaman (pH), konsentrasi asam, waktu melarut, dan kehadiran ion sejenis kalsium dan fosfat. Demineralisasi yang terus menerus akan membentuk pori-pori kecil pada enamel yang disebut juga porositas, yang dapat menyebabkan kekerasan enamel menurun (Jarvinen *et al.*, 2005).

### 2.3.2 Remineralisasi

Remineralisasi adalah proses perbaikan lesi yang terjadi karena adanya ion kalsium, fosfat, dan dibantu oleh fluoride. Ion-ion tersebut akan membangun kembali permukaan baru di bawah permukaan lesi yang tersisa setelah demineralisasi. Kristal remineralisasi ini memiliki kelarutan terhadap asam lebih rendah daripada mineral aslinya (Walsh, 2009). Adanya ion kalsium dan fosfat yang terbentuk kembali akibat proses remineralisasi menyebabkan kekerasan gigi meningkat (Miller, 2006). Proses remineralisasi dapat terjadi ketika pH rongga mulut kembali normal yaitu sekitar 7 dalam 30-60 menit (Soesilo dkk., 2005).

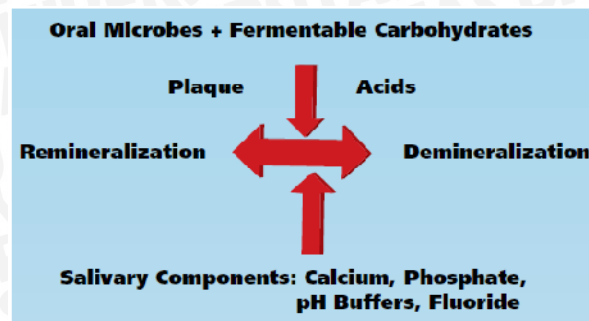
Salah satu faktor yang penting dalam remineralisasi enamel gigi adalah aliran saliva. Kandungan ion kalsium dan fosfat pada saliva dapat membantu mencegah terjadinya disolusi kristal hidroksiapatit. Pada proses remineralisasi, mineral dari makanan dan saliva yang larut dalam asam karbonat, terakumulasi pada daerah enamel yang rusak karena asam (Arteaga, 2006). Remineralisasi menggantikan kehilangan ion kalsium, fosfat, dan fluor menjadi kristal fluorapatit yang ditunjukkan dengan reaksi kimia sebagai berikut (Arnold *et al.*, 2007):



**Gambar 2.7 Reaksi Kimia Proses Remineralisasi (Arnold *et al.*, 2007)**

Pada proses remineralisasi, ion mineral yang hilang harus digantikan dengan ion dengan bentuk, ukuran, dan muatan listrik yang sama. Remineralisasi melibatkan karbon dioksida dan air yang dihasilkan akibat konversi asam karbonat yang merupakan inti dari proses remineralisasi. Mineral pada saliva yang dihasilkan dari makanan dapat melarutkan asam karbonat. Asam karbonat dapat dikonversi menjadi karbon dioksida dan air dengan cepat dan mudah. Ketika hal ini terjadi, ion mineral yang larut mengendap menjadi ion mineral padat lagi, kemudian bergabung ke dalam enamel gigi yang telah mengalami demineralisasi (Miller, 2006).

Proses remineralisasi dapat terjadi apabila terdapat mineral yang cukup pada saliva dan molekul asam karbonat. Molekul asam karbonat harus diproduksi pada daerah yang telah mengalami demineralisasi. Selain itu, daerah gigi harus bersih, sehingga akses ke daerah yang kurang mineral dapat dilalui dengan mudah. Apabila hal ini terjadi, maka ion mineral akan tertarik ke dalam porositas karena adanya ikatan yang berlawanan antara ion dan porositas. Banyak ion berbeda yang dapat mengisi porositas, tetapi hanya ion yang memiliki bentuk dan ukuran yang benar yang dapat masuk ke dalam porositas dengan tepat. Setelah itu, asam karbonat harus dikonversi menjadi karbon dioksida dan air sebelum situasi di atas mengalami perubahan, kemudian ion mineral diendapkan dari larutan ke dalam struktur enamel (Pradeep, 2011).



Gambar 2.8 Proses Demineralisasi-Remineralisasi (Stookey, 2008)

#### 2.4 NovaMin

NovaMin adalah bahan *bioactive glass* yang berukuran kurang dari 20 mikron. NovaMin mengandung *kalsium sodium fosfosilikat*, dan terdiri dari 45%  $\text{SiO}_2$ , 24,5%  $\text{Na}_2\text{O}$ , 24,5%  $\text{CaO}$ , dan 6%  $\text{P}_2\text{O}_5$ . 2,5% dan 7,0% *bioglass* yang mengandung efek *desensitizing* dapat menghilangkan rasa sakit dan sensitivitas gigi. Efek antibakterial pada NovaMin dapat menghambat kerja bakteri patogen pada jaringan periodontal. Ion sodium yang dihasilkan NovaMin menyebabkan kemampuan remineralisasi dalam jangka panjang (Golpayegani *et al.*, 2012).

*Bioactive glass* adalah material dapat bereaksi dengan cairan tubuh dan menghasilkan lapisan kaca hidroksikarbonat apatit (HCA). Material ini dikatakan *bioactive* karena material ini memberikan respon biologis dan menghasilkan pembentukan ikatan antara material dan jaringan (Farooq *et al.*, 2012). *Bioactive glass* merupakan senyawa inorganik yang terbentuk dari unsur yang secara alami ditemukan dalam tubuh, yaitu silika, kalsium, sodium, dan fosfor. Reaksi yang terjadi pada *bioactive glass* terjadi melalui tiga tahap, yaitu pertukaran ion, disolusi  $\text{SiO}_2$ , dan pengendapan kalsium dan fosfat untuk membentuk lapisan kalsium dan fosfat (Madan *et al.*, 2011). Mekanismenya terjadi ketika *bioactive glass* berkontak dengan saliva, maka dengan cepat material ini akan melepaskan

sodium, kalsium, dan fosfor. Ion tersebut kemudian membentuk lapisan *hidroksikarbonat apatit*. Lapisan hidroksikarbonat apatit melakukan perlekatan ke permukaan gigi, melepaskan ion, dan remineralisasi permukaan gigi. NovaMin melekat ke permukaan enamel dan membentuk lapisan mineral secara mekanis dan resisten terhadap asam. Ion kalsium yang dilepaskan akan memberi manfaat perlindungan sepanjang hari (Goswami *et al.*, 2012).

Ada beberapa bukti dari tindakan *desensitizing* pada NovaMin, seperti yang terlihat dalam 6 minggu uji klinis, dan beberapa bukti mengenai pengurangan indeks plak dan indeks gingiva. Salah satu studi laboratorium menjelaskan tentang penelitian yang menggunakan lapisan enamel dan siklus pH dengan membandingkan dua pasta gigi. Kedua pasta gigi tersebut mengandung 1100 ppm fluoride, tetapi salah satunya merupakan produk NovaMin yang mengandung 5% partikel *bioactive glass*, dengan perbandingan yang sama dengan produk silika abrasif sebagai kontrol. Setelah diamati, maka terdapat peningkatan kinerja pada produk NovaMin dengan adanya tambahan mineral dibandingkan dengan kontrol (Walsh, 2009).

#### **2.4.1 Peran NovaMin terhadap Proses Remineralisasi**

NovaMin termasuk dalam kelompok agen terbaru yang mengandung reaksi kalsium dan fosfat. Bahan aktifnya, *kalsium sodium fosfosilikat*, dapat bereaksi bila terkena media air. NovaMin melepaskan sodium/natrium yang dapat meningkatkan pH rongga mulut. Meningkatnya pH dapat membantu kalsium dan fosfat yang membentuk partikel *bioactive glass*, yang diikuti oleh kalsium dan fosfor pada saliva, sehingga terbentuk lapisan kalsium fosfat. Lapisan tersebut kemudian bereaksi menjadi suatu hidroksikarbonat apatit (HCA). Jika NovaMin mampu mengisi defek permukaan kecil pada enamel gigi,

maka dapat membantu menghentikan erosi dari makanan asam dan minuman, juga dapat meningkatkan estetika gigi, seperti *gloss*, melalui mekanisme ini.

Kemampuan untuk menyediakan kalsium dan fosfat ke permukaan yang mengalami demineralisasi akan memungkinkan terjadinya remineralisasi pada defek permukaan. Fluoride yang terkandung dalam pasta dapat meningkatkan kekerasan, namun kalsium yang terkandung dalam pasta dibutuhkan untuk mengisi defek permukaan, sehingga dapat menghasilkan permukaan halus dan mengkilap (Pradeep, 2011).

## 2.5 SensiStat

SensiStat merupakan bahan yang digunakan sebagai abrasif pada pasta gigi. SensiStat mengandung *arginin bikarbonat*, *asam amino kompleks*, dan *unsur kalsium karbonat* (Goswami *et al.*, 2012). Berbagai studi menjelaskan bahwa SensiStat dapat digunakan untuk memperbaiki lesi dini yang mengalami demineralisasi dan menghentikan perkembangan karies (Kleinberg, 2002).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kalsium karbonat mempunyai kelarutan yang rendah. Kalsium karbonat kurang dapat larut dan melepaskan ion kalsium dalam jumlah yang sedikit pada rongga mulut (Miller, 2006). Di lain pihak, telah dilakukan penelitian pada manusia setelah mengkonsumsi tablet yang mengandung kalsium karbonat. Kemudian setelah dievaluasi jumlah kalsium pada salivanya, ternyata ditemukan bahwa tingkat kalsium meningkat pada 2-4 menit pertama setelah menghisap tablet (Zero, 2006).

Selain dapat memperbaiki lesi dini, SensiStat juga dapat mengatasi hipersensitivitas dentin. Metode yang digunakan *arginin bikarbonat/kalsium karbonat kompleks* pada pasta gigi ini adalah dengan mengisi dan menutup



tubulus dentin yang terbuka. Hal ini dapat terjadi pada saat pasta gigi diaplikasikan pada gigi. Sehingga nyeri dapat berkurang dan menghilangkan sensitivitas gigi secara cepat (Kleinberg, 2002).

Berbagai penelitian mengenai efek *desensitizer* pada SensiStat telah dilakukan dengan membandingkan pasta gigi yang mengandung SensiStat dengan pasta gigi biasa. Studi Schiff *et al.* (2009), menunjukkan peningkatan sensitivitas taktil dan stimulus dingin pada pasta gigi yang mengandung arginin bikarbonat. Selain itu, SensiStat juga digunakan sebagai *polishing paste*, dimana pada saat diaplikasikan ke gigi, tidak akan mengubah tekstur permukaan enamel dan dental material, seperti gold, ceramic, komposit, dan amalgam (Vydoynyk, 2014).

### 2.5.1 Peran SensiStat terhadap Proses Remineralisasi

SensiStat mengandung *arginin bikarbonat*, *asam amino kompleks*, dan *unsur kalsium karbonat*. Mekanisme kerja SensiStat dimulai ketika bahan aktif SensiStat, yaitu arginin bereaksi dengan kalsium karbonat. Unsur tersebut kemudian melakukan ikatan ke permukaan enamel, kemudian kalsium karbonat larut. Kalsium karbonat melepaskan ion kalsium yang dapat menyebabkan terjadinya proses remineralisasi (Goswami *et al.*, 2012). Permukaan yang mengandung banyak mineral kalsium akan menyebabkan permukaan gigi menjadi lebih resisten terhadap asam (Vydoynyk, 2014).

### 2.6 Uji Kekerasan *Vickers*

Uji kekerasan dengan model intraoral sangat penting pengaruhnya pada percobaan demineralisasi dan remineralisasi. Kekerasan pada gigi manusia ditentukan oleh berbagai metode, termasuk *abrasion*, *scratch*, dan *indentation*.

Metode yang lebih banyak dipilih adalah *microscratch* dan *microindentation* karena banyaknya variasi lokal pada enamel dan dentin, dan umumnya menggunakan *Knoop diamond identer* (Pilar et al., 2003).



**Gambar 2.9 Vickers Microhardness Device (Golpayegani, 2012)**

Sampel kekerasan *Vickers* diukur dengan uji kekerasan mikro (*Huatec Industry Instrumentation*, DHV 1000). Indentornya merupakan *diamond pyramid* berbentuk persegi dengan sudut antara permukaan  $136^\circ$ . Muatan yang digunakan dalam pengukuran kekerasan enamel adalah 0,1 kg, karena disesuaikan dengan kemampuan sampel menahan beban indentasi. Kekerasan *Vickers* didefinisikan sebagai beban (kg) dibagi dengan luas permukaan (milimeter persegi). Daerah indentasi dihitung dari panjang diagonal. DHV-1000 *Micro Vickers Hardness* dilengkapi dengan optik, sumber cahaya, mikroskop digital, kamera digital, kamera video CCD dan layar LCD sehingga mampu menghasilkan indentasi yang jelas dan pengukuran yang lebih tepat (Kaewwiset, 2012).

Penggunaan *Vickers* dilakukan dengan cara bahan uji dijepit dengan alat penjepit pada meja alat *Micro Vickers Hardness Tester*. Selanjutnya sampel diatur supaya tepat di tengah lensa obyektif dan difokuskan dengan cara memutar pegangan yang ada pada kanan alat, searah dengan jarum jam. Setelah pada lensa okuler terlihat gambar dalam keadaan fokus, sampel dipindah dengan cara menggeser ke arah kanan, sehingga tepat berada di bawah *diamond penetrator*, kemudian tombol penetrator ditekan, dan *diamond penetrator* akan turun dengan ditandai lampu hijau yang menyala. Bila *diamond penetrator* telah menyentuh sampel, maka lampu merah akan menyala. Setelah 30 detik, *diamond penetrator* naik, lalu ditunggu sampai lampu merah dan hijau padam. Sampel digeser kembali ke tempat lensa okuler dan difokuskan lagi, maka akan terlihat gambar bentukan belah ketupat, kemudian panjang diagonalnya diukur langsung dengan mikrometer yang ada pada lensa okuler (Prasetyo, 2005). Hasil pengukuran panjang diagonal kemudian diambil rata-ratanya dan dimasukkan ke dalam rumus (Callister, 2012):

$$NVH = \frac{1,854 P}{d^2}$$

Keterangan:

NVH = kekerasan sampel (kg/mm<sup>2</sup>)

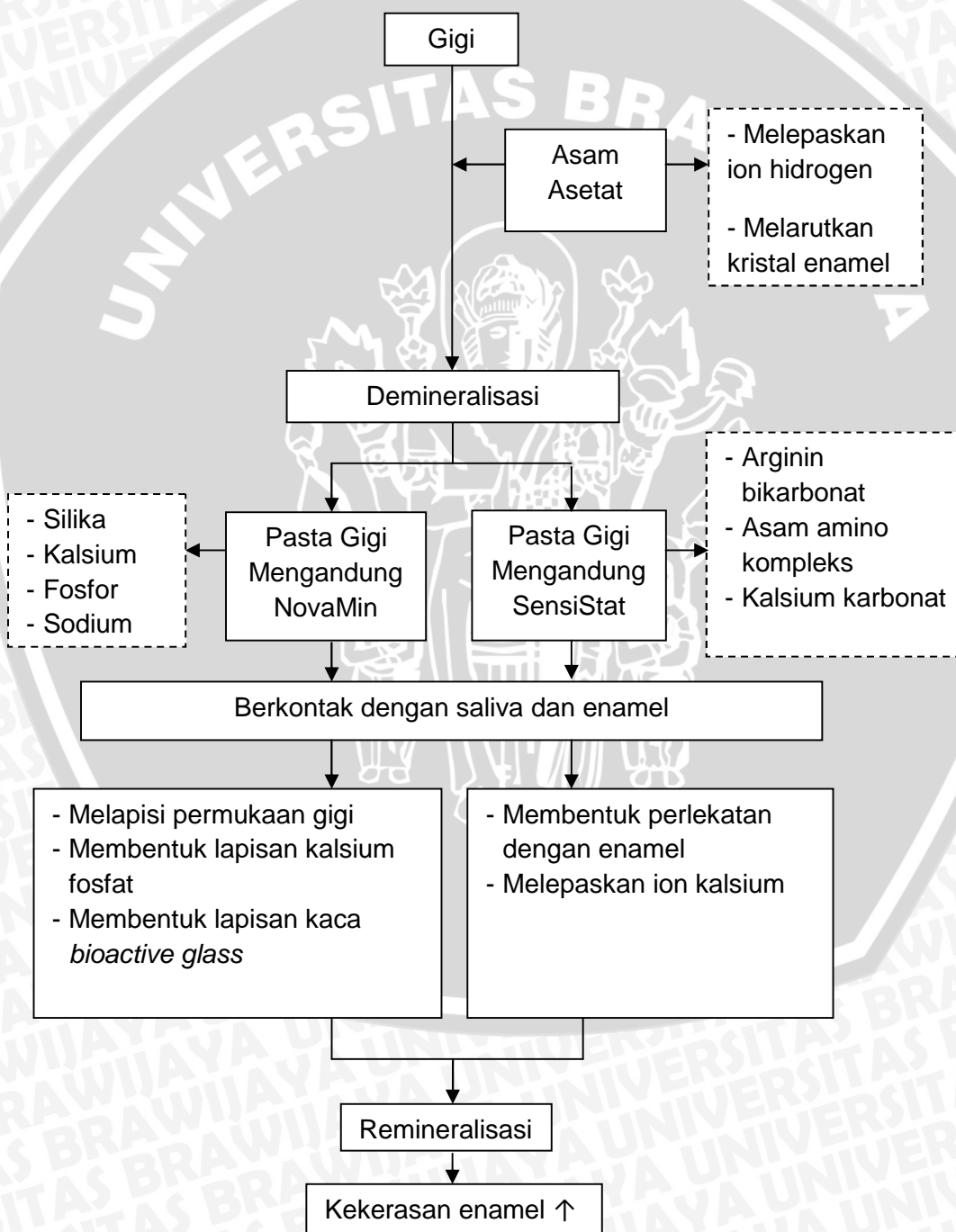
P = berat beban (kg)

D = panjang diagonal (mm)

BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konsep



Asam asetat melepaskan ion hidrogen dan melarutkan kristal enamel, sehingga menyebabkan demineralisasi pada gigi. Proses demineralisasi dapat diperbaiki melalui proses remineralisasi. Bahan yang mampu membantu proses remineralisasi adalah pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat. NovaMin merupakan material *bioactive glass* yang mengandung silika, kalsium, fosfor, dan sodium. *Bioactive glass* adalah material yang dapat bereaksi dengan cairan tubuh dan menghasilkan lapisan kaca hidroksikarbonat apatit (HCA). Saat berkontak dengan saliva dan enamel, ion silika, kalsium, fosfor, sodium bekerja melapisi permukaan gigi membentuk lapisan kalsium fosfat, kemudian bereaksi membentuk lapisan kaca hidroksikarbonat apatit (HCA), sehingga terjadi proses remineralisasi yang menyebabkan kekerasan enamel meningkat.

Berbeda dengan NovaMin, SensiStat mengandung arginin bikarbonat, asam amino kompleks, dan unsur kalsium karbonat. Saat berkontak dengan saliva dan enamel, arginin kompleks bereaksi melakukan perlekatan unsur kalsium karbonat ke permukaan enamel atau dentin. Kalsium karbonat kemudian perlahan larut dan melepaskan ion kalsium, sehingga terjadi proses remineralisasi dan kekerasan enamel meningkat.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diketahui bahwa baik NovaMin maupun SensiStat dapat meningkatkan kekerasan enamel. Untuk mengetahui perbedaan kekerasan gigi setelah diberi Novamin dan SensiStat, maka diperlukan uji kekerasan Vickers.

### 3.2 Hipotesis

Terdapat perbedaan efektivitas pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat terhadap kekerasan enamel gigi.

## BAB 4

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratoris (*true experiment*) dengan rancangan penelitian yang menggunakan *Post Test Group Design*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan efektivitas pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat terhadap kekerasan gigi yang mengalami demineralisasi enamel. Perbedaan efektivitas pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat dapat diketahui dengan membandingkan kekerasan permukaan enamel yang telah diberi pasta gigi NovaMin dan SensiStat yang diukur dengan alat *Micro Vickers Hardness Tester*, kemudian dilakukan observasi dan analisa.

#### 4.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian yang dipergunakan pada penelitian ini adalah gigi premolar permanen dengan indikasi ekstraksi untuk perawatan orthodonti yang tidak terpakai lagi, yang diperoleh dari 4 tempat praktek dokter gigi di Surabaya, dengan alamat di Jalan Darmahusada 158, Barata Jaya IX-54, Rungkut Menanggal Harapan W-11, dan Sidosermo Indah XII-23. Sampel dibersihkan dengan larutan normal salin segera setelah ekstraksi gigi, kemudian direndam dalam larutan *artificial saliva*. Kriteria gigi premolar permanen yang digunakan adalah bebas karies, abrasi, erosi, dan anomali. Sampel penelitian dibagi menjadi dua kelompok perlakuan. Sampel kelompok pertama direndam dalam

larutan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan kelompok kedua direndam dalam larutan pasta gigi yang mengandung SensiStat.

Menurut Sastroasmoro dan Ismael (2008), jumlah sampel dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$(np-1) - (p-1) \geq 16$$

$$(2n-1) - (2-1) \geq 16$$

$$2n-2 \geq 16$$

$$n \geq 9$$

Keterangan:

$p$  = jumlah perlakuan yang dilakukan

$n$  = jumlah ulangan yang diperlukan

Jadi, pada penelitian ini diperlukan 18 sampel gigi, yaitu 9 sampel untuk perlakuan dengan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan 9 sampel untuk perlakuan dengan pasta gigi yang mengandung SensiStat.

#### 4.3 Variabel Penelitian

##### a. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat.

##### b. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kekerasan enamel.

#### 4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Fakultas Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang pada bulan Juli-Agustus 2014.

#### 4.5 Alat dan Bahan Penelitian

##### 4.5.1 Alat Penelitian

- a. Pinset
- b. Media penyimpanan gigi
- c. Gelas ukur
- d. Timbangan
- e. *Timer*
- f. Ph meter
- g. *Vibrating machine*
- h. Alat uji kekerasan (*Micro Vickers Hardness Tester*)

##### 4.5.2 Bahan Penelitian

- a. *Artificial saliva*
- b. Larutan demineralisasi (asam asetat 0,01 M)
- c. Aquades
- d. Pasta gigi yang mengandung NovaMin
- e. Pasta gigi yang mengandung SensiStat

#### 4.6 Definisi Operasional

1. Enamel adalah bagian terluar dari gigi. Pada penelitian ini, bagian yang diteliti adalah permukaan bukal gigi premolar.



2. Demineralisasi adalah proses larutnya garam mineral pada enamel gigi. Proses demineralisasi didapatkan dengan melakukan perendaman sampel dalam larutan yang mengandung 1,4 mM kalsium, 0,9 mM fosfor, 0,5 M asetat buffer, dan 0,03 ppm fluoride dengan pH 5.
3. Remineralisasi adalah proses perbaikan lesi yang telah mengalami demineralisasi. Dalam hal ini, proses remineralisasi terjadi setelah sampel diberi perlakuan dengan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat.
4. NovaMin adalah bahan *bioactive glass* yang berukuran kurang dari 20 mikron yang mengandung kalsium sodium fosfosilikat.
5. SensiStat merupakan bahan yang digunakan sebagai abrasif pada pasta gigi yang mengandung arginin bikarbonat, asam amino kompleks, dan unsur kalsium karbonat.
6. Kekerasan enamel gigi adalah ketahanan enamel terhadap indentasi dalam satuan *Vickers Hardness Number* (VHN) yang diukur dengan menggunakan alat uji kekerasan (*Micro Vickers Hardness Tester*).

#### 4.7 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari persiapan gigi, perendaman ke larutan demineralisasi, pengelompokan sampel, pemberian *artificial saliva*, persiapan larutan remineralisasi, aplikasi larutan remineralisasi, uji kekerasan gigi, dan perlakuan sampel pasca penelitian.

##### 4.7.1 Persiapan Gigi

Melakukan pengumpulan sampel gigi premolar permanen yang bebas karies, abrasi, erosi, dan anomali di 4 tempat praktek dokter gigi di

Surabaya, dengan alamat di Jalan Darmahusada 158, Barata Jaya IX-54, Rungkut Menanggal Harapan W-11, dan Sidosermo Indah XII-23. Sampel yang didapatkan merupakan gigi premolar permanen yang baru diekstraksi untuk perawatan orthodonti yang tidak terpakai lagi. Sebelumnya, pasien orthodonti yang hasil ekstraksi giginya akan digunakan untuk penelitian, diminta untuk menandatangani lembar *informed consent*. Lembar *informed consent* yang telah disediakan berisi bahwa pasien bersedia memberi persetujuan apabila hasil ekstraksi giginya dapat digunakan sebagai sampel penelitian. Sampel gigi dibersihkan dengan larutan normal salin segera setelah ekstraksi gigi, kemudian direndam dalam larutan *artificial saliva* pada suhu rongga mulut yaitu 37°C. Media penyimpanan sampel yang digunakan berupa *container* kecil yang terbuat dari plastik dan berbentuk tabung 50 cc dengan diameter 3,5 cm dan tinggi 4,8 cm. Masing-masing *container* berisi satu sampel gigi premolar. Setelah terkumpul 18 sampel gigi, seluruh sampel gigi diukur kekerasan awalnya dengan menggunakan alat *Micro Vickers Hardness Tester* dengan indentasi atau penekanan pada bagian bukal. Hasil kekerasan awal enamel gigi harus berada dalam kisaran rerata kekerasan enamel normal, yaitu 250 sampai 360 VHN.

#### 4.7.2 Perendaman ke Larutan Demineralisasi

Setelah dilakukan uji kekerasan awal, seluruh sampel dikembalikan pada *containernya* masing-masing yang telah diisi 10 ml larutan demineralisasi (1,4 mM kalsium, 0,9 mM fosfor, 0,5 M asetat buffer, dan 0,03 ppm fluoride). Sampel direndam selama satu jam. Proses pembuatan larutan demineralisasi adalah dengan cara asam asetat 0,01 M diencerkan

dengan aquades sampai mencapai pH 5. Setelah dilakukan perendaman ke larutan demineralisasi, sampel diuji kekerasannya dengan menggunakan alat *Micro Vickers Hardness Tester* dengan indentasi pada bagian bukal.

#### 4.7.3 Pengelompokan Sampel

Sampel dibagi menjadi dua kelompok secara acak. Kelompok pertama nantinya akan diberi perlakuan dengan pasta gigi yang mengandung NovaMin, sedangkan kelompok kedua akan diberi perlakuan dengan pasta gigi yang mengandung SensiStat.

#### 4.7.4 Pemberian *Artificial Saliva*

Seluruh sampel direndam dalam 10 ml larutan *artificial saliva* selama 1 jam pada suhu 37°C untuk memulai proses remineralisasi. *Artificial saliva* mengandung 2 gr/lit *methyl-p-hydroxybenzoat*, 10 gr/lit *sodium carboxy methyl cellulose*, 625 gr/lit *potassium chloride*, 0,059 gr/lit  $MgCl_2$ , 6  $H_2O$ , 0,166 gr/lit  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ , 0,804 gr/lit  $K_2HPO_4$ , 0,326 gr/lit  $KH_2PO_4$  dengan pH 6,75.

#### 4.7.5 Persiapan Pasta Gigi NovaMin dan SensiStat

Masing-masing pasta gigi disiapkan untuk dibuat dalam bentuk larutan dengan mencampur 10 gram pasta dan 20 ml air dengan menggunakan *magnetic mixer* pada suatu *vibrating machine* untuk mendapatkan pH dan konsentrasi yang optimal.

#### 4.7.6 Aplikasi Pasta Gigi NovaMin dan SensiStat

1. Gigi yang sudah dikelompokkan direndam dalam pasta gigi yang berbeda.

2. Kelompok pertama direndam dalam larutan yang berisi pasta gigi yang mengandung NovaMin, sedangkan kelompok kedua direndam dalam larutan yang berisi pasta gigi yang mengandung SensiStat.
3. Setelah dua menit, sampel gigi kembali direndam dalam larutan *artificial* saliva. Gigi direndam selama dua menit karena disesuaikan dengan waktu efektif penggunaan pasta gigi selama menyikat gigi.
4. Perlakuan diulangi selama lima hari dengan penggantian larutan setiap harinya supaya menjaga larutan tetap berada dalam konsentrasi yang optimal.

#### 4.7.7 Uji Kekerasan Gigi

Setelah selesai diberi perlakuan, masing-masing kelompok sampel diukur kekerasannya dengan menggunakan *Micro Vickers Hardness Tester*. Beban yang digunakan adalah 0,1 kg selama 30 detik karena disesuaikan dengan batas optimal sampel gigi menahan beban tekanan, dengan indentasi pada bagian bukal. Prosedur penggunaan alat *Micro Vickers Hardness Tester* adalah sebagai berikut:

1. Sampel gigi premolar diletakkan dan dijepit pada meja alat *Micro Vickers Hardness Tester* dengan permukaan bukal berada di atas.
2. Sampel gigi diatur supaya berada tepat di tengah lensa obyektif dan difokuskan dengan cara memutar pegangan pada kanan alat searah jarum jam.
3. Setelah gambar dalam keadaan fokus, indenter digeser sampai tepat berada di atas sampel gigi, kemudian tekan tombol start, sehingga ujung *diamond penetratoma* tampak turun menyentuh permukaan bukal

sampel gigi. Tunggu selama 30 detik sampai terdengar bunyi tanda alat telah selesai melakukan uji indentasi.

4. Setelah itu, posisikan kembali seperti semula, yaitu lensa digeser sampai berada di atas sampel gigi dan difokuskan lagi, maka terlihat gambar bentukan belah ketupat yang merupakan bekas penekanan dari alat uji. Setelah selesai, tekan tombol start, kemudian pada layar akan tampak hasil pengukuran kekerasan sampel gigi.

#### 4.7.8 Perlakuan Sampel Pasca Penelitian

Setelah selesai penelitian, seluruh sampel gigi ditanam ke dalam tanah berukuran 30 x 30 x 20 cm di halaman gedung skill lab PSPDG UB.

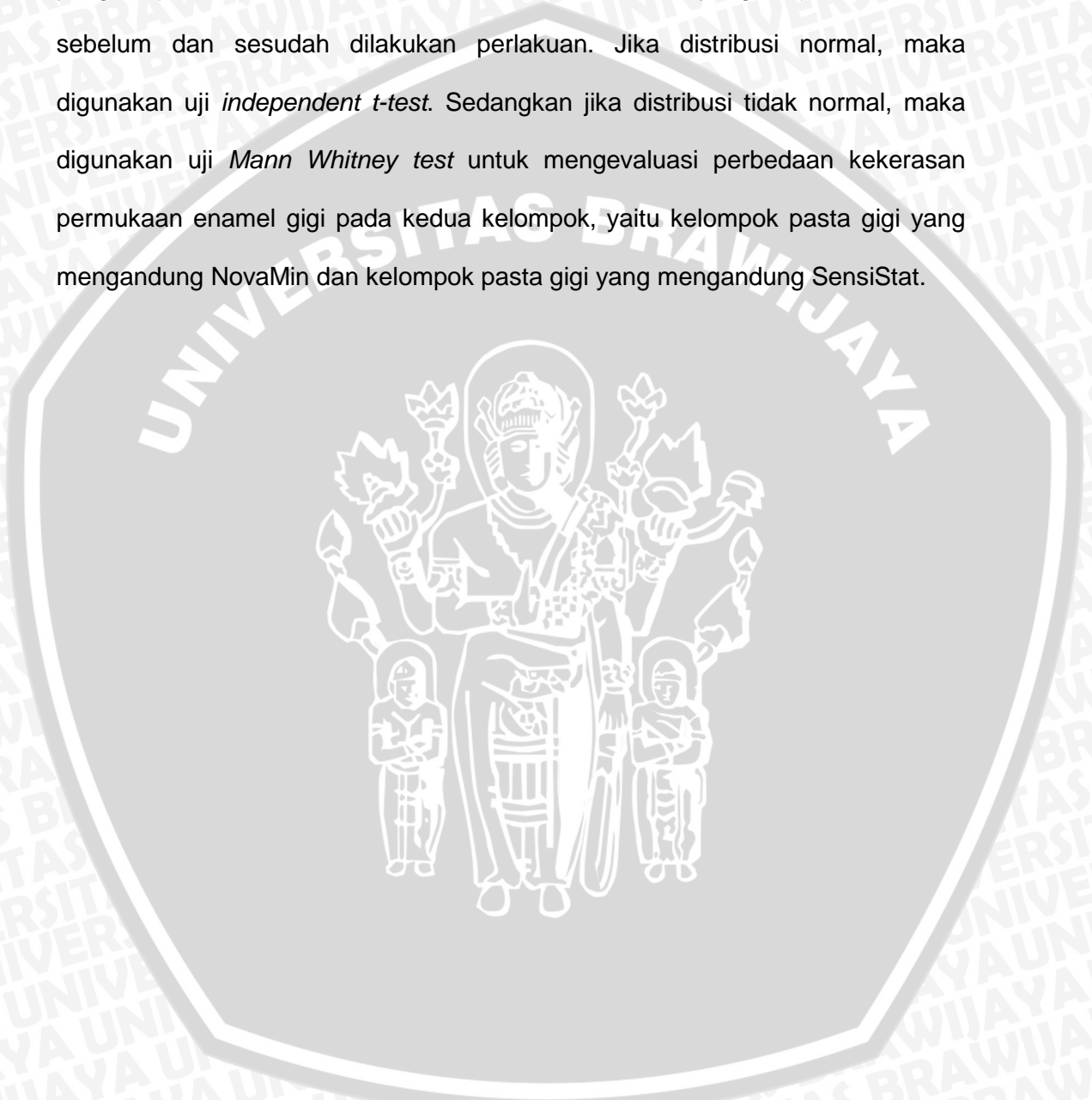


#### 4.8 Alur Penelitian



#### 4.9 Analisis Data

Uji *Kolmogorov Smirnov test* digunakan untuk mengetahui apakah data yang diuji memiliki distribusi normal atau tidak. Data yang diuji adalah data sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan. Jika distribusi normal, maka digunakan uji *independent t-test*. Sedangkan jika distribusi tidak normal, maka digunakan uji *Mann Whitney test* untuk mengevaluasi perbedaan kekerasan permukaan enamel gigi pada kedua kelompok, yaitu kelompok pasta gigi yang mengandung NovaMin dan kelompok pasta gigi yang mengandung SensiStat.



## BAB 5

## HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

## 5.1 Hasil Penelitian

Untuk mengetahui perbedaan efektivitas pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat terhadap kekerasan enamel gigi, dilakukan penelitian dengan cara perendaman masing-masing 9 sampel gigi premolar pada dua larutan yang berbeda. Perendaman dilakukan selama lima hari di Laboratorium Biokimia FKUB. Kemudian dilakukan uji kekerasan enamel gigi dengan menggunakan alat *Micro Vickers Hardness Tester* dengan indentasi di bagian bukal. Perbandingan rata-rata kekerasan enamel kelompok perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat pada sampel gigi premolar permanen dapat dilihat pada tabel 5.1 dan tabel 5.2.

**Tabel 5.1 Rerata Kekerasan Enamel Kelompok Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin**

Perlakuan	Rerata Kekerasan Enamel (VHN)	
	Sebelum	Sesudah
Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin	191,611	361,322

Pada tabel 5.1 dapat dilihat adanya perbedaan rerata kekerasan enamel pada saat sebelum dan sesudah diberi perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin. Hasil rerata kekerasan enamel sebelum diberi perlakuan adalah

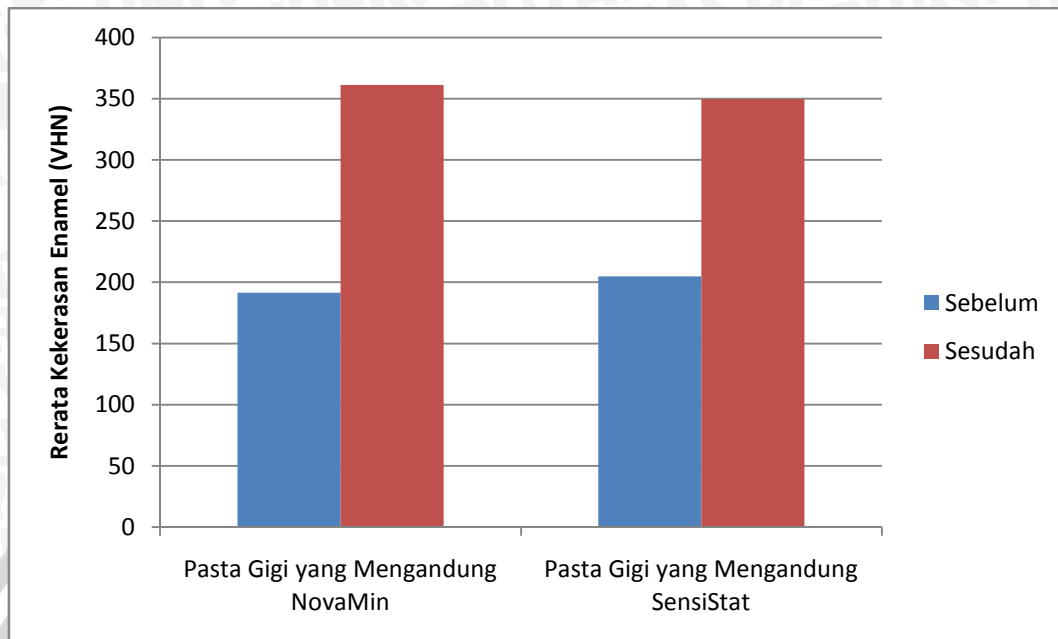


191,611 VHN, sedangkan rerata kekerasan enamel sesudah diberi perlakuan adalah 361,322 VHN. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kekerasan enamel setelah diberi perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin.

**Tabel 5.2 Rerata Kekerasan Enamel Kelompok Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat**

Perlakuan	Rerata Kekerasan Enamel (VHN)	
	Sebelum	Sesudah
Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat	204,956	349,844

Pada tabel 5.2 dapat dilihat adanya perbedaan rerata kekerasan enamel pada saat sebelum dan sesudah diberi perlakuan pasta gigi yang mengandung SensiStat. Hasil rerata kekerasan enamel sebelum diberi perlakuan adalah 204,956 VHN, sedangkan rerata kekerasan enamel sesudah diberi perlakuan adalah 349,844 VHN. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kekerasan enamel setelah diberi perlakuan pasta gigi yang mengandung SensiStat.



**Gambar 5.1 Grafik Rerata Kekerasan Enamel Kelompok Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan SensiStat**

Dari hasil grafik di atas, maka dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kekerasan enamel gigi sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa baik pasta gigi yang mengandung NovaMin maupun SensiStat, keduanya mampu meningkatkan kekerasan enamel gigi.

## 5.2 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji statistik yang diperoleh berdasarkan hasil perhitungan kekerasan enamel gigi sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Uji statistik yang digunakan yaitu *paired t-test* dan *independent t-test*. *Paired t-test* digunakan untuk mengetahui adanya pengaruh pemberian pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat. *Independent t-test* digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan pengaruh pemberian pasta gigi

yang mengandung NovaMin dan SensiStat. Sebelum dilakukan uji statistik tersebut, data harus berdistribusi normal. Untuk mengetahui apakah distribusi data normal atau tidak, maka dilakukan uji normalitas data. Uji normalitas data dilakukan dengan menggunakan *Kolmogorov-Smirnov test*.

### 5.2.1 Hasil Pengujian Normalitas Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan SensiStat

Uji normalitas data dilakukan sebagai syarat untuk melakukan *t-test*. Untuk menguji data yang didapat tersebar normal atau tidak, digunakan *Kolmogorov-Smirnov test*. Data yang diperoleh merupakan kekerasan enamel sebelum dan sesudah diberi perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat.

**Tabel 5.3 Hasil *Kolmogorov-Smirnov Test* Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan SensiStat**

Rerata Kekerasan Enamel Gigi (VHN)		<i>Kolmogorov-Smirnov Test</i>	
		Angka Signifikansi	
Sebelum	198,283	0,969	
Sesudah	355,583	0,940	

Tabel 5.3 menunjukkan bahwa nilai signifikansi sebelum diberi perlakuan adalah sebesar 0,969 dan sesudah diberi perlakuan sebesar 0,940, dimana lebih besar dari alpa ( $\alpha=0,05$ ), sehingga dapat disimpulkan bahwa data memiliki distribusi normal. Dengan demikian pengujian dengan menggunakan *t-test* dapat dilanjutkan karena asumsi sudah terpenuhi.

### 5.2.2 Analisis Hasil Kekerasan Enamel pada Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin

Data hasil penelitian yang berupa nilai kekerasan enamel dianalisis dengan menggunakan *paired t-test*, untuk mengetahui adanya perbedaan sebelum dan sesudah diberi perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin. Signifikansi perbedaan sebelum dan sesudah perlakuan dapat dianalisis dengan ketentuan jika  $p < 0,05$ , maka perbedaan antara sebelum dan sesudah perlakuan signifikan, sedangkan jika  $p > 0,05$ , maka antara sebelum dan sesudah perlakuan tidak signifikan.

**Tabel 5.4 Hasil *Paired T-Test* Kelompok Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin**

Rerata Kekerasan Enamel Gigi (VHN)		<i>Paired T-Test</i>	
		Delta	Angka Signifikansi
Sebelum	191,611	169,711	0,000
Sesudah	361,322		

Pada Tabel 5.4 menunjukkan bahwa nilai signifikansinya 0,000 ( $p < 0,05$ ), maka terdapat perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin. Pada saat setelah diberi perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin, terjadi peningkatan kekerasan enamel gigi sebesar 169,711 VHN, sehingga dapat disimpulkan bahwa pasta gigi yang mengandung NovaMin efektif meningkatkan kekerasan enamel gigi.

### 5.2.3 Analisis Hasil Kekerasan Enamel pada Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat

Data hasil penelitian yang berupa nilai kekerasan enamel dianalisis dengan menggunakan *paired t-test*, untuk mengetahui adanya perbedaan sebelum dan sesudah diberi perlakuan pasta gigi yang mengandung SensiStat. Signifikansi perbedaan sebelum dan sesudah perlakuan dapat dianalisis dengan ketentuan jika  $p < 0,05$ , maka perbedaan antara sebelum dan sesudah perlakuan signifikan, sedangkan jika  $p > 0,05$ , maka antara sebelum dan sesudah perlakuan tidak signifikan.

**Tabel 5.5 Hasil *Paired T-Test* Kelompok Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat**

Rerata Kekerasan Enamel Gigi (VHN)		<i>Paired T-Test</i>	
		Delta	Angka Signifikansi
Sebelum	204,956	144,889	0,000
Sesudah	349,844		

Pada Tabel 5.5 menunjukkan bahwa nilai signifikansinya 0,000 ( $p < 0,05$ ), maka terdapat perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah perlakuan pasta gigi yang mengandung SensiStat. Pada saat setelah diberi perlakuan pasta gigi yang mengandung SensiStat, terjadi peningkatan kekerasan enamel gigi sebesar 144,889 VHN, sehingga dapat disimpulkan bahwa pasta gigi yang mengandung SensiStat efektif meningkatkan kekerasan enamel gigi.

#### 5.2.4 Analisis Hasil Kekerasan Enamel Antara Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat

Untuk membandingkan rata-rata kekerasan enamel antara perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan pasta gigi yang mengandung SensiStat digunakan *independent t-test*. *Independent t-test* dapat dilakukan dengan membandingkan *score post* antara kedua perlakuan dan membandingkan *score delta* antara kedua perlakuan. *Score post* merupakan nilai rata-rata kekerasan enamel setelah diberi perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat, sedangkan *score delta* merupakan rata-rata selisih kekerasan enamel sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Signifikansi perbedaan kedua perlakuan dapat dianalisis dengan ketentuan jika  $p < 0,05$ , maka perbedaan antara kedua perlakuan signifikan, sedangkan jika  $p > 0,05$ , perbedaan antara kedua perlakuan tidak signifikan. Hasil *independent t-test score post* antara kedua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

**Tabel 5.6 Hasil *Independent T-Test Score Post* Antara Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat**

Rerata Kekerasan Enamel Gigi (VHN)		<i>Independent T-Test</i>
		Angka Signifikansi
Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin	361,322	0,703
Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat	349,844	

Dari hasil *independent t-test* di atas, didapatkan angka signifikansi mencapai 0,703 atau nilai  $p > 0,05$ . Karena nilai  $p > 0,05$ , maka tidak terdapat

perbedaan rerata kekerasan enamel yang signifikan antara kelompok perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat. Namun, apabila dilihat dari hasil rerata kekerasan enamel setelah diberi perlakuan, nilai rerata kekerasan enamel pada perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin mencapai 361,322 VHN, sedangkan nilai rerata kekerasan enamel pada perlakuan pasta gigi yang mengandung SensiStat mencapai 349,844 VHN. Dapat disimpulkan bahwa pasta gigi yang mengandung NovaMin lebih kuat dalam meningkatkan kekerasan enamel gigi dibandingkan pasta gigi yang mengandung SensiStat, namun perbedaannya tidak signifikan. Hasil *independent t-test score delta* antara kedua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5.7.

**Tabel 5.7 Hasil *Independent T-Test Score Delta* Antara Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat**

Rerata Kekerasan Enamel Gigi (VHN)		<i>Independent T-Test</i>	
		Angka Signifikansi	
Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin	169,711	0,335	
Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat	144,889		

Dari hasil *independent t-test* di atas, didapatkan angka signifikansi mencapai 0,335 atau nilai  $p > 0,05$ . Karena nilai  $p > 0,05$ , maka tidak terdapat perbedaan rerata kekerasan enamel yang signifikan antara kelompok perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat. Apabila dilihat dari hasil rerata selisih kekerasan enamel antara sebelum dan sesudah diberi perlakuan, nilai rerata kekerasan enamel pada perlakuan pasta gigi yang mengandung

NovaMin mencapai 169,711 VHN, sedangkan nilai rerata kekerasan enamel pada perlakuan pasta gigi yang mengandung SensiStat mencapai 144,889 VHN. Tampak nilai rerata kekerasan enamel gigi pada perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin lebih besar dibanding pasta gigi yang mengandung SensiStat.

Hasil *independent t-test score post* dan *score delta* pada perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat menunjukkan hasil yang sama. Keduanya menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan rerata kekerasan enamel yang signifikan antara kedua kelompok. Hal ini dapat terjadi karena baik pasta gigi NovaMin dan SensiStat, keduanya mampu meningkatkan kekerasan enamel secara signifikan. Kemudian apabila dilihat dari nilai rerata kekerasan enamel *score post* dan *delta*, maka tampak nilai rerata kekerasan enamel gigi pada perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin lebih besar dibanding pasta gigi yang mengandung SensiStat.



## BAB 6

### PEMBAHASAN

Larutan asam asetat dapat menurunkan kekerasan enamel. Produk asam dari asam asetat menyebabkan pH kalsium dan fosfat menjadi turun (Hulbutt, 2010). Ketika pH kalsium dan fosfat turun, komponen ion hidrogen yang terdapat pada larutan asam asetat mulai melarutkan kristal enamel (Lussi and Jaeggi, 2008). Hilangnya ion kalsium dan fosfat pada enamel gigi menyebabkan adanya pori-pori atau porositas pada gigi, sehingga kekerasan permukaan enamel gigi menjadi berkurang (Prasetyo, 2005).

Kekerasan permukaan enamel gigi yang berkurang akibat proses demineralisasi, dapat diperbaiki melalui proses remineralisasi. Pada penelitian ini dilakukan perendaman ke dalam *artificial* saliva pada suhu 37°C supaya menyerupai kondisi rongga mulut yang sebenarnya. *Artificial* saliva digunakan untuk memulai proses remineralisasi. Pada kondisi jenuh, saliva mengandung kalsium dan fosfat yang merupakan sumber mineral utama untuk proses remineralisasi enamel secara alamiah (Syafira dkk, 2012). Ion kalsium dan fosfat tersebut kemudian mengendap dan mengisi porositas pada permukaan enamel yang terjadi akibat demineralisasi. Kristal enamel yang mulanya larut, kembali terbentuk, sehingga kekerasan enamel dapat meningkat (Pradeep and Rao, 2011). Perendaman ke dalam *artificial* saliva dilakukan selama satu jam karena untuk memulai proses remineralisasi dibutuhkan waktu sekitar 60 menit. pH saliva yang turun akibat proses demineralisasi, akan kembali normal pada pH sekitar 7 dalam waktu 30-60 menit. Menurut penelitian (Soesilo dkk, 2005),

setelah diberi perlakuan untuk remineralisasi, dalam waktu 60 menit pH saliva meningkat menjadi 7. Setelah lebih dari 60 menit, pH turun kembali, sehingga dapat difermentasikan oleh bakteri yang dapat menyebabkan demineralisasi enamel.

Sampel yang telah direndam ke dalam *artificial* saliva, kemudian direndam ke dalam larutan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat selama dua menit. Beberapa studi merekomendasikan waktu efektif untuk menyikat gigi adalah selama 90 detik, 2 menit, atau 4 menit. Hasil studi pada penelitian tentang uji kekerasan enamel pada pasta gigi yang berfluoride menyimpulkan bahwa waktu efektif untuk menyikat gigi adalah selama 2 menit (Golpayegani *et al.*, 2012).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat mampu meningkatkan kekerasan enamel dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara keduanya. Hal ini disebabkan karena kandungan yang terdapat dalam pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat sama-sama efektif dalam meningkatkan kekerasan enamel. Bahan yang terdapat dalam pasta gigi yang mengandung NovaMin antara lain kalsium, sodium, fosfor, dan silika, sedangkan pada pasta gigi yang mengandung SensiStat antara lain arginin bikarbonat, asam amino kompleks, dan unsur kalsium karbonat. Bahan remineralisasi yang ideal harus mengandung ion kalsium dan fosfat untuk memperbaiki lesi yang telah mengalami demineralisasi. Sebagian besar bahan remineralisasi ini dimanfaatkan dengan kombinasi fluoride, dan diproduksi dalam bentuk pasta gigi, varnish, dan permen karet (Wright, 2012). Pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat sama-sama

mengandung ion kalsium dan fosfat, sehingga keduanya mampu meningkatkan kekerasan enamel secara signifikan.

Proses remineralisasi yang terjadi pada pasta gigi yang mengandung NovaMin melibatkan larutan *artificial* saliva yang mempunyai peran penting. *Artificial* saliva berperan untuk mensimulasi kondisi rongga mulut sebenarnya yang dapat melepaskan kandungan *bioactive* NovaMin. Saat saliva berkontak dengan pasta gigi yang mengandung NovaMin, saliva melepaskan partikel NovaMin. Bahan aktif NovaMin, material kimia anorganik kalsium, sodium, fosfor, dan silika, melakukan perlekatan ke permukaan gigi untuk memulai proses remineralisasi. Ion sodium yang dilepaskan menyebabkan pH rongga mulut menjadi meningkat. pH yang meningkat dapat membantu kalsium dan fosfat membentuk partikel NovaMin, yang diikuti oleh kalsium dan fosfor yang terdapat pada saliva, kemudian membentuk lapisan kalsium fosfat. Kalsium fosfat melakukan deposisi ke permukaan gigi dan menggantikan ion hidrogen akibat proses demineralisasi. Lapisan kalsium fosfat bereaksi membentuk kristal hidroksi karbonat apatit, yang melapisi permukaan gigi dan menutupi porositas, sehingga kekerasan enamel meningkat (Walsh, 2009).

Golpayegani *et al.* (2012) juga membuktikan efektivitas NovaMin dengan membandingkan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan sodium fluoride (1,1%). Penelitian dilakukan dengan menggunakan sampel gigi yang direndam dengan dua pasta gigi yang berbeda selama 5 hari, kemudian diuji kekerasannya. Setelah dilakukan perlakuan selama 5 hari, NovaMin terlihat lebih efektif meningkatkan kekerasan gigi dibanding sodium fluoride, sehingga dapat disimpulkan bahwa NovaMin memiliki efek remineralisasi yang lebih besar dibanding sodium fluoride (Golpayegani *et al.*, 2012).

Kelebihan pasta gigi yang mengandung NovaMin adalah pasta gigi ini bekerja dengan menghasilkan lapisan *bioactive glass* yang melapisi permukaan gigi. *Bioactive glass* adalah material yang dapat bereaksi dengan cairan tubuh dan menghasilkan lapisan kaca hidroksikarbonat apatit (HCA). *Bioactive glass* atau kaca bioaktif memiliki karakteristik yaitu reaktivitasnya di dalam cairan. Bioaktivitasnya berasal dari hasil reaksi dengan cairan pada jaringan tubuh, sehingga menghasilkan lapisan kaca hidroksikarbonat apatit (HCA) (Salonen *et al.*, 2009).

Material *bioactive glass* terdiri dari  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ , dan  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Mekanisme yang terjadi adalah adanya pertukaran ion  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , atau  $\text{H}_3\text{O}^+$  pada larutan. Pada saat pembentukan  $\text{Si(OH)}_4$  terjadi hilangnya ion silika, yang disebabkan karena lepasnya ikatan  $\text{Si-O-Si}$  dan pembentukan ikatan  $\text{Si-OH}$ . Permukaan yang terdapat  $\text{SiO}_2$  melakukan kondensasi dan polimerisasi pada lapisan kation alkali dan alkali tanah. Migrasi kelompok  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$  ke permukaan yang mengandung banyak  $\text{SiO}_2$  menyebabkan terbentuknya lapisan  $\text{CaO-P}_2\text{O}_5$ , yang diikuti pembentukan amorphous  $\text{CaO-P}_2\text{O}_5$ . Kristalisasi pada lapisan  $\text{CaO-P}_2\text{O}_5$  dengan penggabungan anion  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ , atau  $\text{F}^-$  membentuk lapisan hidroksil, karbonat, dan fluorapatit (Hemagaran and Neelakantan, 2014).

Pasta gigi yang mengandung SensiStat juga mampu meningkatkan kekerasan enamel gigi. Meningkatnya kekerasan enamel disebabkan karena adanya proses remineralisasi yang terjadi setelah aplikasi pasta gigi yang mengandung SensiStat. SensiStat mengandung arginin, bikarbonat, dan kalsium karbonat, dan pre-biotik untuk pencegahan karies. Selain itu, SensiStat juga mengandung asam amino yang normalnya terdapat pada saliva, yang memberikan fungsi pertahanan rongga mulut. Asam amino ini berperan untuk

pertahanan terhadap bakteri penyebab plak pada rongga mulut. Mekanisme kerja SensiStat adalah dengan mengatur pH plak dengan memanfaatkan deaminase arginine melalui organisme *arginolytic*, seperti *S. Sanguis*. Deaminase adalah proses pelepasan gugus amino (NH<sub>2</sub>) dari asam amino yang akan menghasilkan sisa berupa ammonia dalam sel. Organisme *arginolytic* ini mampu memecah arginin menjadi ammonia, yang dapat menetralkan asam plak. Pembentukan ammonia dapat mengembalikan pH plak untuk mendorong proses remineralisasi (Cummins, 2013). pH plak yang kembali meningkat, menyebabkan kalsium karbonat melakukan ikatan ke permukaan enamel. Kalsium karbonat perlahan larut dan melepaskan ion kalsium. Ion kalsium mengisi permukaan enamel yang hilang akibat demineralisasi, sehingga terjadi peningkatan kekerasan enamel (Goswami *et al.*, 2012).

Studi klinis menunjukkan bahwa produksi ammonia dari arginin yang terdapat pada saliva dapat mengurangi karies (Cummins, 2013). Berdasarkan penelitian Yin *et al.* (2010), dengan menggunakan QLF untuk mengukur perubahan lesi karies awal pada anak-anak, menunjukkan bahwa pasta gigi yang mengandung 1,5% arginin dan 1450 ppm fluoride secara signifikan lebih efektif mengembalikan lesi karies dibanding pasta gigi yang mengandung 1450 ppm fluoride tanpa arginin. Pasta gigi yang mengandung arginin dibandingkan dengan dua pasta gigi kontrol, dimana pasta gigi kontrol positif mengandung 1450 ppm fluoride, dan pasta gigi kontrol negatif tidak mengandung fluoride. Setelah enam bulan penggunaan produk, perbaikan lesi berdasarkan parameter DQ (volume lesi), untuk pasta gigi yang mengandung arginin, pasta gigi kontrol positif, dan pasta gigi kontrol negatif adalah 50,7%, 32,3%, dan 11,4%. Perbedaan antara kontrol negatif dan kedua pasta gigi yang mengandung fluoride ( $p > 0,001$ ), serta

perbedaan antara pasta gigi yang mengandung arginine dan kontrol positif ( $p=0,003$ ), secara statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan. Penelitian menunjukkan bahwa pasta gigi yang mengandung arginin lebih efektif menghambat demineralisasi dan meningkatkan remineralisasi dibanding pasta gigi yang mengandung fluoride. Hal ini membuktikan mekanisme arginin dalam mengatur metabolisme pH plak dan ammonia, yang dapat membantu mengontrol organisme penghasil asam, seperti *S. Mutan* (Yin *et al.*, 2010).

Pada saat melakukan uji kekerasan enamel gigi, seringkali nilai kekerasan permukaan enamel pada suatu sampel gigi menunjukkan nilai yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan permukaan enamel yang tidak rata, sehingga nilai kekerasan pada setiap permukaan enamel akan berbeda. Saran untuk mengatasi nilai kekerasan yang berbeda tersebut adalah dengan melakukan pengukuran kekerasan enamel secara berulang kali, kemudian dihitung rata-ratanya untuk setiap sampel gigi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai referensi penelitian lebih lanjut dalam bidang kedokteran gigi.

**BAB 7****KESIMPULAN DAN SARAN****7.1 Kesimpulan**

1. Pemberian pasta gigi yang mengandung NovaMin dapat meningkatkan kekerasan enamel gigi.
2. Pemberian pasta gigi yang mengandung SensiStat dapat meningkatkan kekerasan enamel gigi.
3. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat dalam meningkatkan kekerasan enamel gigi.

**7.2 Saran**

1. Perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui perbedaan ion kalsium dan fosfat yang terbentuk pada proses remineralisasi yang terjadi antara pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui perbedaan kadar fluor yang dihasilkan pada proses remineralisasi yang terjadi antara pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat.
3. Perlunya penelitian lebih lanjut untuk menguji kekerasan enamel gigi setelah diberi perlakuan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat dengan menggunakan metode lainnya, misalnya dengan menggunakan alat micro CT scan.

4. Perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektivitas pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat sebagai perlindungan gigi sensitif.





## DAFTAR PUSTAKA

Almeida, P.D.V, Gregio, A.M.T, Machado, M.A.N, Lima, A.A.S, Azevedo, L.R. *Saliva Composition and Functions: A Comprehensive Review*. The Journal of Contemporary Dental Practice, 2008, 9 (3): 1-11.

Arnold, W. H, Haase, A, Hacklaender, J, Gintner, Z, Banoczy, J, Gaengler, P. *Effect of pH of Amine Fluoride Containg Toothpastes on Enamel Remineralization in Vitro*. BMC Oral Health, 2007, 7 (14): 1-5.

Arteaga, Sarita. *Demineralization and Remineralization: The Battle to Keep Teeth Strong and Healthy*. Woman Dent J, 2006, 4 (9): 1-2.

Caitlin, G. *Bone and Periodontal Ligament*. StudyBlue, 2011.

Callister, William. 2012. *Material Science and Engineering: An Introduction, 9<sup>th</sup> Ed*, John Wiley and Sons, Inc., New York, Page. 233-234.

Campbell, Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minoksky, Jackson. 2008. *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*. Penerbit Erlangga, Jakarta, hal. 4-5.

Cummins, D. Dental Caries: A Disease Which Remains a Public Health Concern in the 21st Century - The Exploration of a Breakthrough Technology for Caries Prevention. J Clin Dent, 2013, 24 (Spec Iss A): 1-14.

Farooq, I, Imran, Z, Farooq, U, Leghari, A, Ali, H. *Bioactive Glass: A Material For the Future*, World Journal of Dentistry, 2012, 3 (2): 199-201.

Fauziah, E, Suwelo, I, Soenawan, H. *Kandungan Unsur Fluorida pada Email Gigi Tetap Muda yang Ditumpat Semen Ionomer Kaca dan Kompomer*, Indonesian Journal of Dentistry, 2008, 15 (3): 205-211.

Ganong, William F. 2008. Review of Medical Physiology, 22<sup>nd</sup> Ed. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*, Ed. 22. Brahm U. Pendit (penterjemah), EGC, Jakarta, hal. 4-5.

Giannini, M, Soaresb, C.J, Carvalho, R.M. *Ultimate Tensile Strength of Tooth Structures*, Dental Materials, 2004, 20: 322–329.

Golpayegani, M. V, Sohrabi, A, Biria, M, Ansari, G. *Remineralization Effect of Topical NovaMin Versus Sodium Fluoride (1,1%) on Caries-Like Lesions in Permanent Teeth*. Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran, 2012, 9 (1): 68-75.

Goswami, M, Saha, S, Chaitra T.R. *Latest Developments in Non-Fluoridated Remineralizing Technologies*. Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry, 2012, 30 (1): 2-6.

Hemagaran, G, Neelakantan, P. *Remineralization of the Tooth Structure - The Future of Dentistry*. International Journal of PharmTech Research, 2014, 6 (2): 487-493.

Hurlbutt, M, Novy, B, Young, D. *Dental Caries: A pH-mediated disease*. CDHA Journal, 2010, 25 (1): 9-15.

Jarvinen, V, Stabholz, A, Wilkinson, G. *In Vitro Demineralization of Erosion*. J Dent Rest, 2005, 79 (6): 942-7.

Kaewwiset, W, Thamaphat, K, Kaewkhao, J, Limsuwan, P. *ER<sup>3+</sup>-Doped Soda-Lime Silicate Glass: Artificial Pink Gemstone*. American Journal of Applied Sciences, 2012, 9 (11): 1769-1775.

Kleinberg, Israel. *SensiStat: A New Saliva-Based Composition for Simple and Effective Treatment of Dentinal Sensitivity Pain*. Dentistry Today, 2002.

Lussi, A. and Jaeggi. *Erosion-Diagnosis and Risk Factors*. Clinical Oral Investigations, 2008, 12 (Suppl 1): 5-13.

Madan, N, Madan, N, Sharna, V, Pardal, D, Madan, N. *Tooth Remineralization Using Bio-active Glass - A novel Approach*. Journal of Academy of Advanced Dental Research, 2011, 2 (2): 45-50.

Manson, J.D and Eley. 2013. Outline of Periodontics, 2<sup>nd</sup> Ed. *Buku Ajar Periodonti*, Edisi Kedua, Anastasia S. (penterjemah), Hipokrates, Jakarta, hal. 14-15.

- Miller, Kimberly R. *Remineralization Strategis*. RDH XX, 2006.
- Nanci, A. 2012. *Ten Cate's Oral Histology: Development, Structure, and Function*, 8<sup>th</sup> Ed, Harcourt Health Sciences, St Louis, 122-137,194-217.
- Pilar, M, Salazar, G, Gasga, J.R. *Microhardness and Chemical Composition of Human Tooth*. *Material Research*, 2003, 6 (3): 367-373.
- Pradeep and Rao, Prasanna Kumar. *Remineralizing Agents in the Non-Invasive Treatment Of Early Carious Lesion*. *Int J Dent Case Reports*, 2011, 1 (2): 73-84.
- Prasetyo, Edhie Arif. *Keasaman Minuman Ringan Menurunkan Kekerasan Permukaan Gigi*. *Maj. Ked. Gigi. (Dent. J.)*, 2005, 38 (2): 60-63.
- Rahardjo. 2002. *Kelarutan Email Gigi Dalam Larutan Buffer Asetat pH 4 Dengan Dasar Air PDAM Palembang Serta Kuah Pempek: Suatu Studi Laboratorik Dengan Pendekatan Kimiawi dan Mikroskop Elektron*, EGC, Jakarta, hal. 1-8.
- Sastroasmoro, S, Ismael, S. 2008. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Klinis*, Ed. 3, Sagung Seto, Jakarta, hal. 45-46.
- Salonen, Arjasmaa M, Tuominen U, Behbehani M.J, Zaatar E.I. *Bioactive Glass in Dentistry*. *Journal Of Minimum Intervention In Dentistry*, 2009, 2 (4): 208-219.
- Schiff, T, Delgado, E, Zhang, YP, DeVizio, W, Cummins, D, Mateo, LR. *A Clinical Investigation of the Efficacy of a Dentifrice Containing 8% Arginine, Calcium Carbonate and 1450 ppm Fluoride in Providing Instant Relief of Dentin Hypersensitivity: The Effect of a Single Direct Topical Application Using a Cotton Swab Applicator Versus the Use of a Fingertip*, *J Clin Dent*, 2009, 20 (Sp Is):131-136.
- Sluder, T.B. 2001. *Clinical Dental Anatomy, Histology, Physiology and Occlusion, The Art and Science of Operative Dentistry*, Mosby, page. 7-18.
- Soesilo, D, Santoso, R. E, Diyatri, I. *Peranan Sorbitol dalam Mempertahankan Kestabilan pH Saliva Pada Proses Pencegahan Karies*. *Maj. Ked. Gigi. (Dent. J.)*, 2005, 38 (1): 25-28.

Solanki, Gaurav. *Salivary Glands-An Overview*. International Journal of Biomedical and Advance Research, 2012, 3 (3): 162-165.

Srigupta. 2004. *Panduan Singkat Kesehatan Gigi dan Mulut*, Prestasi Pustaka Publisher, Jakarta, hal. 1-2.

Stavrianos, C, Papadopoulou, C, Vasiliadis, L, Dagkalis, P, Stavrianou, I, Petalotis, N. *Enamel Structure and Forensic Use*. Research Journal of Biological Sciences, 2010, 5 (10): 650-655.

Stookey, George K. *The Effect of Saliva on Dental Caries*. JADA, 2008, 139:11S-17S.

Syafira, G, Permatasari, R, Wardani, N. *Theobromine Effects on Enamel Surface Microhardness: In Vitro*. Journal of Dentistry Indonesia, 2012, 19 (2): 32-36.

Vydoynyk, Oksana. *Professional Hygiene Oral Cavity: Comfort Before and After The Procedure*. The Pharma Innovation Journal, 2014, 2 (11): 102-105.

Walsh, J. Laurence. *Contemporary Technologies For Remineralization Therapies: A Review*. International Dentistry SA, 2009, 11 (6): 6-14.

Walton, Richard E. and Torabinejad. 2008. Principles and Practice of Endodontics, 3<sup>rd</sup> Ed. *Prinsip dan Praktik Ilmu Endodontisi*, Edisi Ketiga, Narlan dkk (penterjemah), EGC, Jakarta, hal.11-23, 35.

Wright, J. Tim. *Current Evidence For Remineralizing Therapeutics In Caries Management*. The Journal of Dental Hygiene, 2012, 86 (1): 35-36.

Xu, Anping and Zhu. 2011. *Fabrication and Antibacterial Performance of Graded Nano-Composite Biomaterials*, Biomaterials Science and Engineering, p: 99-114.

Yin, W, Hu, DY, Fan, X, Feng, Y, Zhang, YP, Cummins, D, Mateo, LR, Pretty, IA, Ellwood, RP. *The Anti-Caries Efficacy of a Dentifrice Containing 1.5% Arginine and 1450 ppm Fluoride as Sodium Monofluorophosphate Assessed using Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF)*. J Dent, 2010, 38 (Suppl 1): 21-28.

Zero, Domenick T. *Dentifrices, Mouthwashes, and Remineralization/Caries Arrestment Strategies*. BMC Oral Health, 2006, 6:S9.



**Lampiran 1. Data Hasil Uji Kekerasan Enamel Gigi**

**Hasil Kekerasan Enamel Kelompok Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin**

No	Kekerasan Awal	Setelah Perendaman Asam Asetat	Setelah Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin
1	335	163,4	413,1
2	314	206,1	370,4
3	314,9	186,2	302,7
4	292,2	188,4	341,2
5	283,2	165,3	269,2
6	326,3	155,3	305,8
7	298,2	239,8	382,3
8	259,2	197	420,5
9	317	223	446,7

**Hasil Kekerasan Enamel Kelompok Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat**

No.	Kekerasan Awal	Setelah Perendaman Asam Asetat	Setelah Perlakuan Pasta Gigi yang Mengandung SensiStat
1	365,4	210,4	334
2	364	238,7	420,5
3	268,7	198,6	370,4
4	286,6	215,9	403,5
5	377	249,8	436
6	297,8	147,2	356,4
7	250,9	189,2	288
8	265,4	200,2	247,5
9	250,3	194,6	292,3



**Lampiran 2. Hasil Analisis Data Statistik**

**Uji Normalitas**

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Pre Kekerasan Enamel	Post Kekerasan Enamel
N		18	18
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	198.283	355.583
	Std. Deviation	28.9495	61.1744
Most Extreme Differences	Absolute	.116	.125
	Positive	.095	.125
	Negative	-.116	-.117
Kolmogorov-Smirnov Z		.492	.532
Asymp. Sig. (2-tailed)		.969	.940

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**T-Test**

**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pre Kekerasan Enamel	191.611	9	28.2680	9.4227
	Post Kekerasan Enamel	361.322	9	60.6274	20.2091

**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 Kekerasan Enamel - Post Kekerasan Enamel	169.7111	50.9823	16.9941	-208.8996	-130.5226	-9.986	8	.000



**T-Test**

**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pre Kekerasan Enamel	204.956	9	29.6928	9.8976
	Post Kekerasan Enamel	349.844	9	64.8276	21.6092

**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 Kekerasan Enamel - Post Kekerasan Enamel	-144.8889	54.8648	18.2883	-187.0617	-102.7161	-7.923	8	.000

**T-Test**

**Group Statistics**

	Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Post Kekerasan Enamel	NovaMin	9	361.322	60.6274	20.2091
	SensiStat	9	349.844	64.8276	21.6092

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Post Kekerasan Enamel	Equal variances assumed	.029	.866	.388	16	.703	11.4778	29.5866	-51.2430	74.1986
	Equal variances not assumed			.388	15.929	.703	11.4778	29.5866	-51.2658	74.2214





**T-Test**

**Group Statistics**


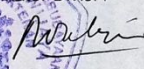

	Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Delta Kekerasan Enamel	NovaMin	9	169.711	50.9823	16.9941
	SensiStat	9	144.889	54.8648	18.2883

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Delta Kekerasan Enamel	Equal variances assumed	.230	.638	.994	16	.335	24.8222	24.9652	-28.1016	77.7461
	Equal variances not assumed			.994	15.915	.335	24.8222	24.9652	-28.1247	77.7691



## Lampiran 3. Keterangan Kelaihan Etik

	<p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN          THE MINISTRY OF EDUCATION AND CULTURE          FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA          FACULTY OF MEDICINE UNIVERSITY OF BRAWIJAYA          KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN          HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE          Jalan Veteran Malang – 65145          Telp./ Fax. (62) 341 - 553930</p>	
	<p>KETERANGAN KELAIHAN ETIK          ("ETHICAL CLEARANCE")</p> <p>No. 420 / EC / KEPK – S1 – PDG / 07 / 2014</p> <p>KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA, SETELAH MEMPELAJARI DENGAN SEKSAMA RANCANGAN PENELITIAN YANG DIUSULKAN, DENGAN INI MENYATAKAN BAHWA PENELITIAN DENGAN</p>	
JUDUL	:	<b><i>Perbedaan Efektivitas Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan SensiStat terhadap Kekerasan Enamel Gigi</i></b>
PENELITI UTAMA	:	Leony Puspita Ariani
UNIT / LEMBAGA	:	S1 Pendidikan Dokter Gigi – Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang
TEMPAT PENELITIAN	:	Laboratorium Fakultas Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang
DINYATAKAN LAIK ETIK.		
<p>Malang, 17 JUL 2014</p> <p><b>A. Kelda</b>          Koordinator Divisi I</p>   <p>Prof. Dr. dr Teguh W. Sardjono, DTM&amp;H, MSc, SpPark          NIP. 19520410 198002 1 001</p>		
<p>Catatan :</p> <p>Keterangan Laik Etik Ini Berlaku 1 (Satu) Tahun Sejak Tanggal Dikeluarkan Pada Akhir Penelitian, Laporan Pelaksanaan Penelitian Harus Diserahkan Kepada KEPK-FKUB Dalam Bentuk Soft Copy. Jika Ada Perubahan Protokol Dan / Atau Perpanjangan Penelitian, Harus Mengajukan Kembali Permohonan Kajian Etik Penelitian (Amandemen Protokol)</p>		

#### Lampiran 4. Surat Keterangan Penelitian

66



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN  
Jl. Mayjen Haryono 167 Telp. 553286 Pes. 1214 Malang 65145

Surat Keterangan Penelitian  
Nomor : 046/PT.13.FT.6.M/VIII/2014

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang menerangkan dengan sesungguhnya bahwa mahasiswa:

Nama : Leony Puspita Ariani  
Nim. : 105070400111050  
Fakultas : Kedokteran  
Jurusan / Program Studi : Pendidikan Dokter Gigi  
Instansi : Universitas Brawijaya Malang

Bahwa benar nama tersebut diatas telah melaksanakan penelitian / pengambilan data Pengujian Kekerasan Mikrovickers pada Gigi di Laboratorium Pengujian Bahan Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Brawijaya Malang pada tanggal 14,15 dan 27 Agustus 2014 dengan judul skripsi :

"Perbedaan Efektivitas Pasta Gigi yang Mengandung Novamin dan Sensitat Terhadap Kekerasan Enamel Gigi."

Demikian surat keterangan ini di buat dengan sebenar benarnya dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan dengan seperlunya.



Malang, 28 Agustus 2014  
Kepala Lab. Pengujian Bahan

*Erwin Sulistyono*  
Ir. Erwin Sulistyono, MT.  
NIP. 19661213 199802 1 001



**Lampiran 5. Lembar *Informed Consent***

**Pernyataan Persetujuan untuk  
Berpartisipasi dalam Penelitian**

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa :

1. Saya telah mengerti tentang apa yang tercantum dalam lembar persetujuan diatas dan telah dijelaskan oleh peneliti.
2. Dengan ini saya menyatakan bahwa secara sukarela bersedia untuk ikut serta menjadi salah satu subyek penelitian yang berjudul Perbedaan Efektivitas Pasta Gigi yang Mengandung NovaMin dan SensiStat terhadap Kekerasan Enamel Gigi.

**Malang, Juli 2014**

Peneliti

Yang membuat pernyataan

(Leony Puspita Ariani)

(.....)

NIM. 105070400111050

Saksi I

Saksi II

(.....)

(.....)



**Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian**



**Persiapan bahan penelitian**



**Pengumpulan 18 sampel gigi premolar permanen dan direndam ke dalam *artificial saliva***



**Perendaman ke dalam larutan demineralisasi**

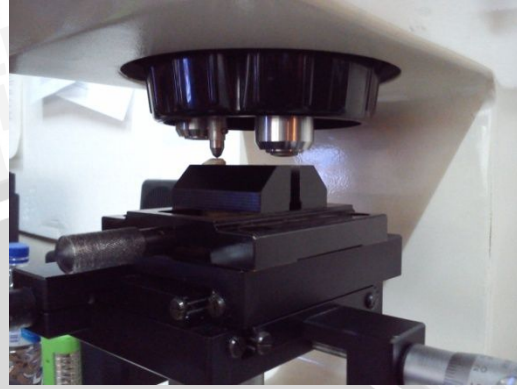


AS

**Persiapan larutan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat**



**Perendaman ke dalam larutan pasta gigi yang mengandung NovaMin dan SensiStat**



Pengukuran uji kekerasan permukaan enamel gigi

