



**SIFAT DAYA SERAP DAN KEHILANGAN BERAT *GLASS IONOMER*  
DENGAN TAMBAHAN 0,04 WT% *BIOACTIVE GLASS NANO SILICA*  
DARI ABU AMPAS TEBU PADA *SALIVA BUATAN***

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Andika Sulistian**

**NIM 131610101054**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**



**SIFAT DAYA SERAP DAN KEHILANGAN BERAT *GLASS IONOMER*  
DENGAN TAMBAHAN 0,04 WT% *BIOACTIVE GLASS NANO SILICA*  
DARI ABU AMPAS TEBU PADA *SALIVA BUATAN***

**SKRIPSI**

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

**Oleh  
Andika Sulistian  
131610101054**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua, Agus Sulistiadi dan Ida Susanti yang selalu menjadi penyemangat, pembimbing, serta mendidik saya menjadi manusia yang lebih baik.
2. Kakak yang saya sayangi Annisa Sulistiani.
3. Adik yang saya sayangi Ananda Sulistio.
4. Guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai SMA yang telah mendidik saya menjadi siswa yang baik.
5. Dosen-dosen dan pegawai-pegawai Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang membimbing dan mendidik saya selama menempuh pendidikan dokter gigi.
6. Agama, bangsa dan Negara serta almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

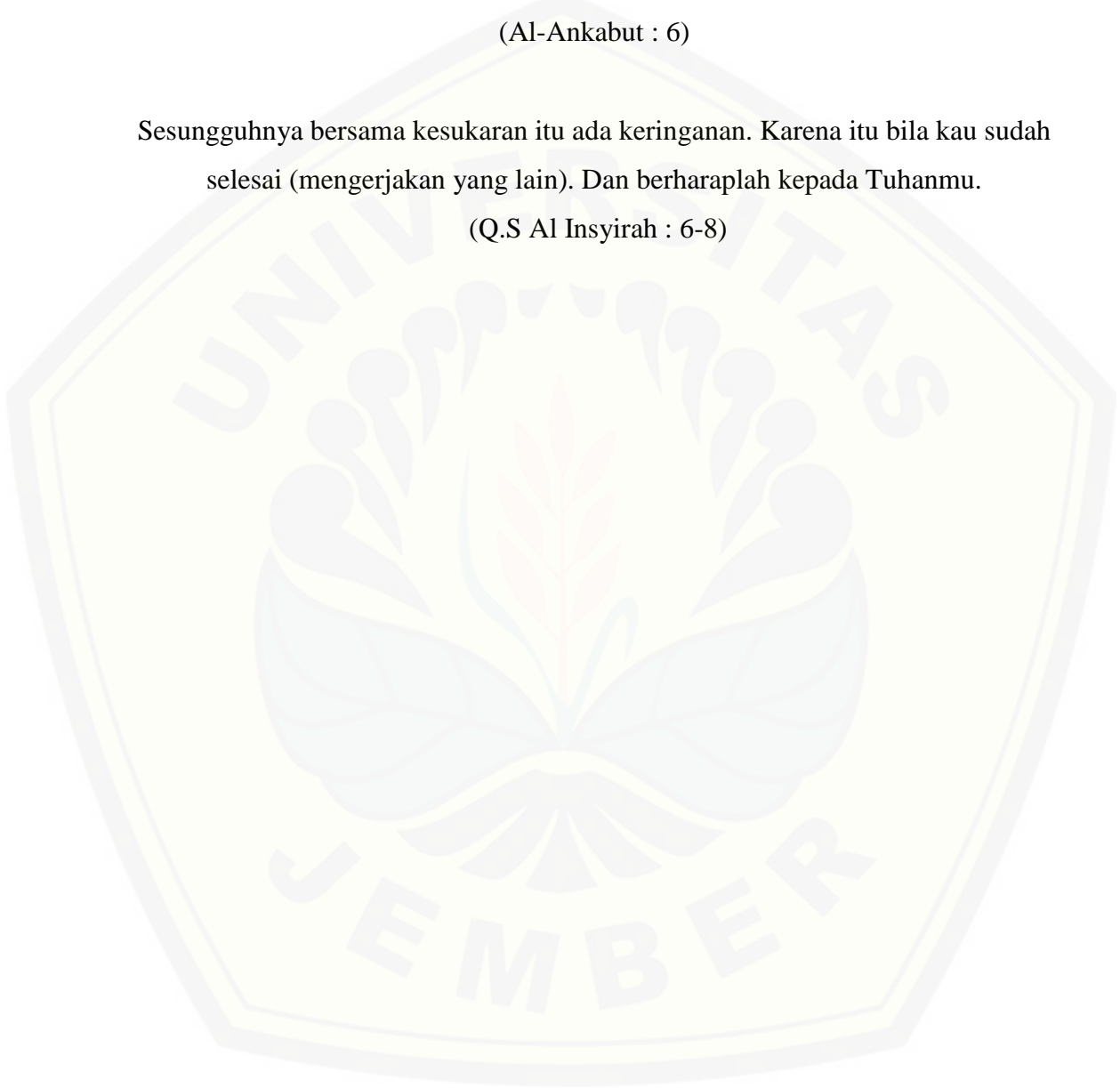
**MOTTO**

*Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya  
itu adalah untuk dirinya sendiri.*

(Al-Ankabut : 6)

Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan. Karena itu bila kau sudah  
selesai (mengerjakan yang lain). Dan berharaplah kepada Tuhanmu.

(Q.S Al Insyirah : 6-8)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andika Sulistian

NIM : 131610101054

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “**Sifat Daya Serap dan Kehilangan Berat Glass Ionomer dengan Tambahan 0,04 Wt% Bioactive Glass Nano Silica dari Abu Ampas Tebu pada Saliva Buatan**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 22 Desember 2016

Yang menyatakan,

Andika Sulistian

131610101054

**SKRIPSI**

**SIFAT DAYA SERAP DAN KEHILANGAN BERAT *GLASS IONOMER*  
DENGAN TAMBAHAN 0,04 WT% *BIOACTIVE GLASS NANO SILICA*  
DARI ABU AMPAS TEBU PADA *SALIVA BUATAN***

Oleh:

Andika Sulistian

131610101054

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes

Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Niken Probosari, M.Kes

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Sifat Daya Serap dan Kehilangan Berat *Glass Ionomer* dengan Tambahan 0,04 Wt% *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu pada *Saliva* Buatan” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Kamis, 22 Desember 2016

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Penguji Utama

Penguji Anggota

drg. Izzata Barid, M.Kes  
NIP. 196805171997022001

drg. Yani Corvianindya R, M.KG  
NIP. 197308251998022001

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr. drg. Didin Erma I., M.Kes  
NIP. 196903031997022001

drg. Niken Probosari, M.Kes  
NIP. 196702201999032001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Jember

drg. Rahardyan P, M.Kes.,Sp.Prost  
NIP.196901121996011001

## RINGKASAN

**Sifat Daya Serap dan Kehilangan Berat *Glass Ionomer* dengan Tambahan 0,04 Wt% *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu pada *Saliva Buatan***; Andika Sulistian, 131610101054; 2016: 81 halaman; Bagian Biologi Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

*Bioactive glass nano silica* dengan ukuran nano partikel (20-500 nm) sudah mulai dikembangkan di bidang kedokteran gigi dikarenakan bahan tersebut mampu membentuk hidroksiapatit lebih cepat dibandingkan ukuran mikro, bersifat antibakteri dan mampu remineralisasi jaringan dentin. Salah satu penggunaan *bioactive glass nano silica* di bidang kedokteran gigi adalah sebagai bahan tambahan *glass ionomer*. *Glass ionomer* yang ditambahkan *bioactive glass* untuk restorasi gigi harus memiliki sifat fisik yang baik. Sifat fisik suatu bahan restorasi dapat dipengaruhi oleh sifat daya serap dan kehilangan berat. Semakin kecil sifat daya serap dan kehilangan berat maka semakin baik sifat fisik bahan restorasi tersebut.

Salah satu komposisi dari *bioactive glass* adalah silika, dimana salah satu sumber silika adalah tanaman tebu. Abu ampas tebu masih memiliki kandungan  $\text{SiO}_2$  71% sehingga abu ampas tebu berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan *bioactive glass nano silica*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat daya serap dan kehilangan berat bahan *glass ionomer* yang ditambahkan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu pada *setting* awal (5 menit) dan *setting* sempurna (24 jam) pada *saliva* buatan selama 7x24 jam.

Penelitian dilaksanakan di Lab. Biosain Politeknik Negeri Jember. Penelitian menggunakan 16 keping sampel. Sampel dikelompokkan menjadi 4 kelompok yang terdiri dari kelompok (GI5) yaitu *glass ionomer* yang direndam pada *setting* awal (5 menit), (GI24) yaitu *glass ionomer* yang direndam pada *setting* sempurna (24 jam), (GIBAG5) yaitu *glass ionomer* ditambah 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu yang direndam pada *setting* awal (5 menit) dan (GIBAG24) yaitu *glass ionomer* ditambah 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu



yang direndam pada *setting* sempurna (24 jam) dimana masing-masing kelompok terdiri dari 4 kepingan sampel.

Analisa statistik yang digunakan adalah *two way anova*. Hasil *two way anova* kelompok bahan menunjukkan signifikansi  $p < 0,005$  yang berarti kelompok kontrol menggunakan bahan *glass ionomer* dengan kelompok perlakuan menggunakan bahan *glass ionomer* yang ditambahkan 0,04 wt% bahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu memiliki rata-rata sifat daya serap dan kehilangan berat yang berbeda. Hasil uji *two way anova* kelompok waktu menunjukkan signifikansi  $p < 0,005$  yang berarti kelompok yang direndam pada *saliva* buatan saat *setting* awal (5 menit) dengan kelompok yang direndam pada *saliva* buatan saat *setting* sempurna (24 jam) memiliki rata-rata sifat daya serap dan kehilangan berat yang berbeda.

Penambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu pada bubuk *glass ionomer* dapat menurunkan sifat daya serap dan kehilangan berat bahan restorasi (Soanca, 2011). Teori ini berbanding terbalik dengan hasil penelitian yang didapatkan karena terdapat ikatan yang lemah antara *bioactive glass* dengan matriks *glass ionomer* menyebabkan larutnya *bioactive glass* pada *saliva* dan menyebabkan terjadinya mikroporus pada bahan sehingga menyebabkan *saliva* masuk ke dalam mikroporus menyebabkan terjadinya sifat daya serap dan kehilangan (Abbasi, 2012).

Perendaman pada *setting* sempurna (24 jam) menyebabkan semakin kecil sifat daya serap dan kehilangan berat bahan restorasi (Soanca, 2011). Hal ini dikarenakan pada saat 5 menit pengerasan *glass ionomer* terjadi fase hidrogel dimana ion kalsium yang bereaksi dengan rantai *polyacid* polianionik membentuk kalsium poliakrilat yang mudah larut dalam cairan sedangkan pada saat *setting* sempurna (24 jam) terjadi fase gel *polysalt* dimana matriks yang terbentuk menjadi *mature* ketika ion aluminium terikat ke dalam campuran semen membentuk alumino poliakrilat yang lebih kaku dan tahan dari kelarutan ketika berkontak dengan cairan. Hal ini menyebabkan pembentukan mikroporus dari bahan tersebut akan semakin kecil dan menyebabkan sifat daya serap bahan akan lebih kecil (Albers, 2002).

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya, sehingga saya berkesempatan menimba ilmu hingga jenjang pendidikan Perguruan Tinggi. Berkat rahmat, karunia, serta hidayah-Nya pula saya bisa menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Sifat Daya Serap dan Kehilangan Berat *Glass Ionomer* dengan Tambahan 0,04 Wt% *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu pada *Saliva* Buatan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat penyelesaian pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Kerja keras dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, Agus Sulistiadi dan Ida Susanti atas doa, semangat, dan limpahan kasih sayang serta dukungan yang tiada batas;
2. Kakak ku Annisa Sulistiani dan adikku Ananda Sulistio atas semangatnya;
3. Keluarga Besar Masri dan Keluarga Besar Tin Supriatin atas semangat dan doa dari kalian semua;
4. drg. Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp.Prost selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
5. Dr. drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing Utama dan drg. Niken Probosari, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing Pendamping sekaligus Dosen Pembimbing Akademik, atas bimbingan, pengarahan, waktu, motivasi serta perhatian dalam penyusunan skripsi ini;
6. drg. Izzata Barid, M.Kes, selaku Dosen Penguji Utama, drg. Yani Corvianindya R, M.KG, selaku Dosen Penguji Anggota, atas saran dan bimbingan hingga terselesainya skripsi ini;
7. Seluruh staf pengajar dan akademik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini;

8. Bu Netty, Mas Taufan, Pak Hadi beserta teknisi Lab. Bioasin Politenik Negeri Jember lain yang selalu membantu dan memberikan solusi saat pembuatan bahan maupun penelitian;
9. Keluarga Kontrakan Perum Mastrip K-4, Aditya, Iman dan Fahmi yang selalu memberi semangat, dukungan, motivasi, dan bantuan yang tak terhitung selama ini;
10. Sahabat-sahabat terbaik Natasha, Jerry, Clara, Mifta, Karina, Atika, Iman, Adit, Salma, Tadjul, Wahyu, Yas'a, dan Yuli yang selalu memberi semangat dan motivasi;
11. Keluarga KKN PPM 05 2016, yang selalu memberi semangat;
12. Keluarga baru IMLABS yang selalu menemani saya di Jember;
13. Teman seperjuangan skripsi, yaitu tim "Pabrik Gula", Wahyu, Dienda, Catur, Vita, Farah yang selalu ada untuk membantu dan bertukar pikiran;
14. Bapak Nadimul Huda yang selalu membantu untuk menyiapkan ampas tebu;
15. Teman-teman FKG 2013 untuk semua kebersamaan, cerita suka-duka serta motivasi selama menempuh pendidikan di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
16. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari keterbatasan dan kekurangan penulisan skripsi ini, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 22 Desember 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Bioactive Glass</b> .....	5
2.1.1 Definisi <i>Bioactive Glass</i> .....	5
2.1.2 <i>Bioactive Sol-Gel Glass</i> .....	5
2.1.3 <i>Bioactive Glass Nano Silica</i> .....	6
2.1.4 Proses Pembentukan Hidroksiapatit dari <i>Bioactive Glass</i> .....	7
2.1.5 Penggunaan <i>Bioactive Glass</i> di Kedokteran Gigi.....	9
<b>2.2 Silika</b> .....	10

2.2.1	Pengetian Silika .....	10
2.2.2	Sifat Silika .....	11
2.2.3	Klasifikasi Silika .....	13
2.2.4	Pemanfaatan Silika .....	14
2.2.5	Sumber Silika .....	15
2.3	<b>Glass Ionomer Cement (GIC)</b> .....	15
2.3.1	Definisi <i>Glass Ionomer Cement</i> (GIC).....	15
2.3.2	Sifat dan Struktur Umum <i>Glass Ionomer</i> .....	16
2.3.3	Komposisi <i>Glass Ionomer</i> .....	17
2.3.4	Klasifikasi <i>Glass Ionomer Cement</i> (GIC) .....	18
2.3.5	Cara Manipulasi <i>Glass Ionomer Cement</i> (GIC) .....	19
2.3.6	Reaksi <i>Setting Glass Ionomer Cement</i> (GIC).....	21
2.3.7	<i>Glass Ionomer Fuji IX</i> .....	23
2.4	<b>Saliva Buatan</b> .....	24
2.2.1	Definisi <i>Saliva</i> buatan.....	24
2.2.2	Komposisi <i>Saliva</i> Buatan.....	24
2.5	<b>Kemampuan Daya Serap</b> .....	25
2.5.1	Definisi Kemampuan Daya Serap .....	25
2.5.2	Macam Daya Serap .....	25
2.5.3	Mekanisme Daya Serap .....	26
2.6	<b>Kehilangan Berat</b> .....	27
2.7	<b>Tebu</b> .....	27
2.7.1	Asal Tanaman Tebu .....	27
2.7.2	Klasifikasi Tanaman Tebu .....	28
2.7.3	Morfologi Tanaman Tebu.....	29
2.7.4	Ampas Tebu.....	30
2.7.5	Kandungan Ampas Tebu .....	31
2.7.6	Abu Ampas Tebu .....	31

2.8 Kerangka Konsep.....	32
2.9 Hipotesis .....	33
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>34</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	34
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	34
3.2.1 Tempat Penelitian.....	34
3.2.2 Waktu Penelitian .....	34
3.3 Variabel Penelitian.....	34
3.3.1 Variabel Bebas .....	34
3.3.2 Variabel Terikat.....	34
3.3.3 Variabel Terkontrol.....	35
3.4 Definisi Operasional.....	35
3.4.1 Abu Ampas Tebu .....	35
3.4.2 <i>Bioactive Glass Nano Silica</i> dari Abu Ampas Tebu .....	35
3.4.3 Daya Serap .....	35
3.4.4 Kehilangan Berat.....	36
3.4.5 <i>Saliva</i> Buatan.....	36
3.5 Sampel Penelitian .....	36
3.5.1 Kriteria Sampel Penelitian .....	36
3.5.2 Besar Sampel Penelitian.....	36
3.5.3 Pengelompokan Sampel .....	37
3.6 Alat dan Bahan.....	38
3.6.1 Alat Penelitian.....	38
3.6.2 Bahan Penelitian.....	38
3.7 Cara Kerja .....	39
3.7.1 Pembuatan <i>Bioactive Glass Nano Silica</i> dari Abu Ampas Tebu.....	39
3.7.2 Pembuatan <i>Saliva</i> Buatan dengan Metode Afnor .....	42
3.7.3 Daya Serap dan Kehilangan Berat.....	43

3.7.3.1 Pembuatan Bubuk <i>Glass Ionomer</i> dengan Penambahan 0,04 wt% <i>Bioactive Glass Nano Silica</i> dari Abu Ampas Tebu.....	43
3.7.3.2 Pencetakan Sampel <i>Glass Ionomer (Fuji IX)</i> .....	43
3.7.3.3 Pencetakan Sampel <i>Glass Ionomer</i> dengan Campuran 0,04 wt% <i>Bioactive Glass Nano Silica</i> dari Abu Ampas Tebu.....	44
3.7.3.4 Penghitungan Daya Serap dan Kehilangan Berat .....	46
<b>3.8 Analisis Data</b> .....	47
<b>3.9 Alur Penelitian</b> .....	48
<b>BAB 4. Hasil dan Pembahasan</b> .....	49
4.1 <b>Hasil Penelitian</b> .....	49
4.1.1 Sifat Daya Serap .....	49
4.1.2 Sifat Kehilangan Berat.....	50
4.2 <b>Analisa Data</b> .....	51
4.2.1 Sifat Daya Serap .....	51
4.2.2 Sifat Kehilangan Berat.....	53
4.3 Pembahasan.....	54
4.3.1 Sifat Daya Serap.....	54
4.3.2 Sifat Kehilangan Berat .....	57
<b>BAB 5. Kesimpulan dan Saran</b> .....	60
5.1 <b>Kesimpulan</b> .....	60
5.2 <b>Saran</b> .....	60
DAFTAR PUSTAKA .....	61
LAMPIRAN.....	67

## DAFTAR TABEL

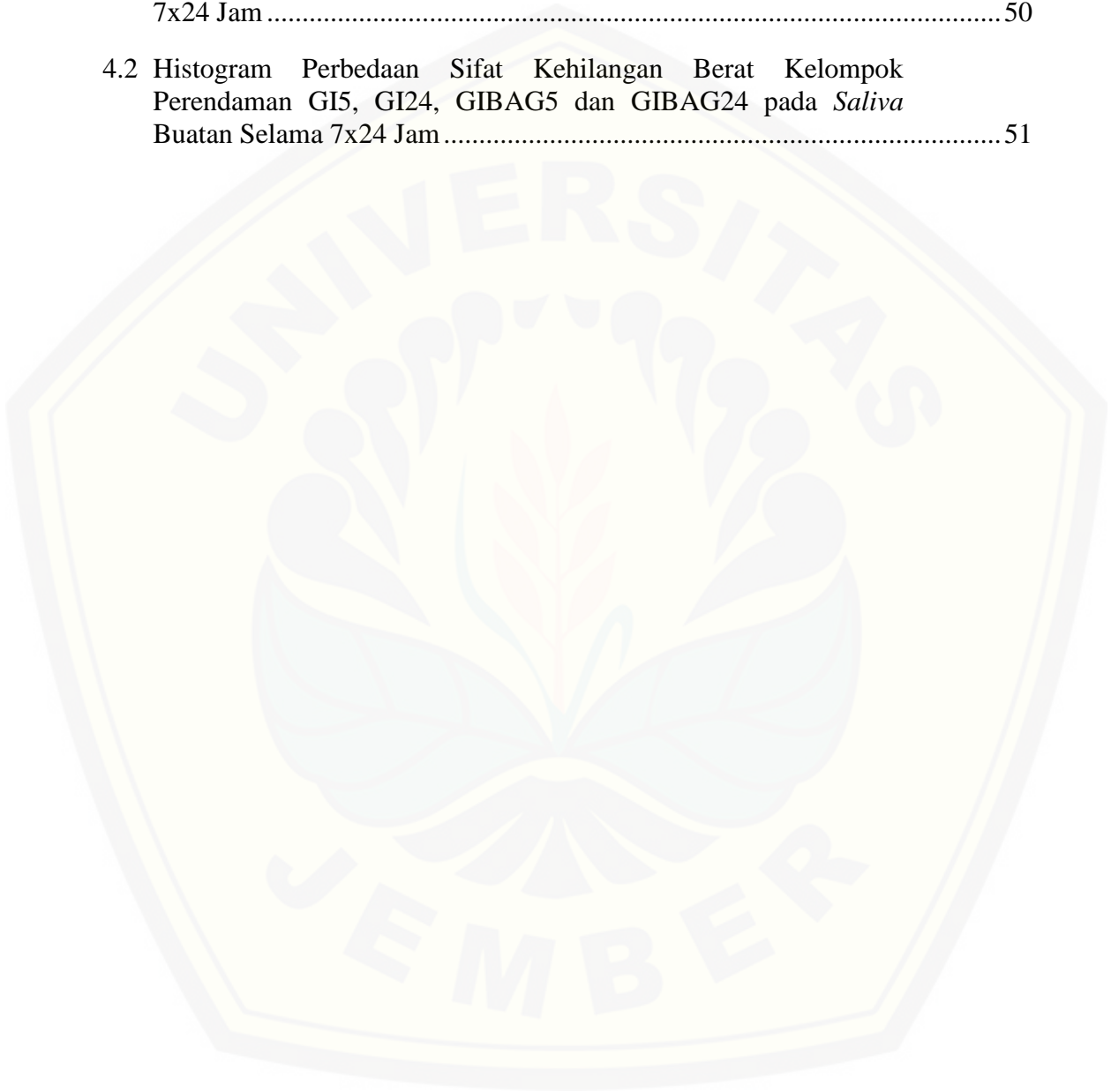
	Halaman
2.1 Karakteristik Silika Amorf .....	11
2.2 Sifat Fisika Silika.....	12
2.3 Bentuk Kristal Utama Silika.....	14
2.4 Komposisi Ionik <i>Saliva</i> Buatan Berdasarkan Metode Afnor .....	25
2.5 Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu .....	31
4.1 Rata-Rata Hasil Pengukuran Sifat Daya Serap Bahan <i>Glass Ionomer</i> yang Ditambahkan 0,04 Wt% <i>Bioactive Glass Nano Silica</i> dari Abu Ampas Tebu yang Direndam pada <i>Saliva</i> Buatan Selama 7x24 jam.....	49
4.2 Rata-Rata Hasil Pengukuran Kehilangan Berat Bahan <i>Glass Ionomer</i> yang Ditambahkan 0,04 Wt% <i>Bioactive Glass Nano Silica</i> dari Abu Ampas Tebu yang Direndam pada <i>Saliva</i> Buatan Selama 7x24 Jam.....	50
4.3 Ringkasan Hasil Uji <i>Post Hoc LSD</i> Sifat Daya Serap Kelompok GI5, GI24, GIBAG5 dan GIBAG24.....	52
4.4 Ringkasan Hasil Uji <i>Post Hoc LSD</i> Sifat Kehilangan Berat Kelompok GI5, GI24, GIBAG5 dan GIBAG24.....	54



## DAFTAR GAMBAR

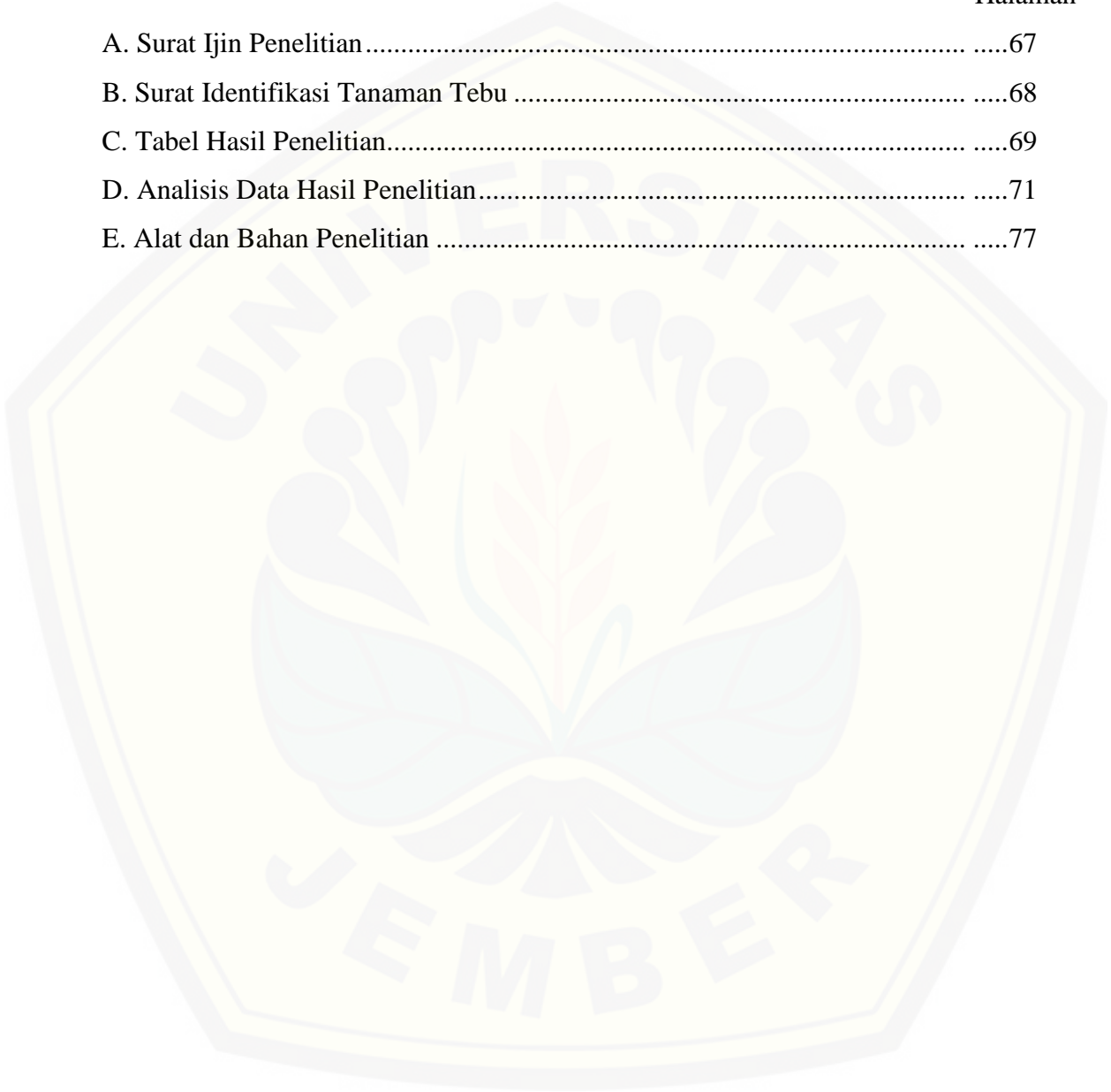
	Halaman
2.1 Proses Pembentukan Hidroksiapatit dari <i>Bioactive Glass</i> .....	8
2.2 Struktur Silika Tetrahedral.....	13
2.3 Reaksi Awal Asam-Basa diantara Komponen-Komponen Bubuk Kaca dan Cairan Poliasam .....	21
2.4 Potongan Melintang yang Menunjukkan Perbedaan Komponen dari SIK yang Telah Mengeras Sempurna .....	23
2.5 Tanaman Tebu .....	29
3.1 (a) Pemanasan Ampas Tebu dalam Furnice pada Suhu 900°C Selama 2x24 Jam.....	39
(b) Abu Ampas Tebu yang Didapat .....	39
3.2 Pengayakan Abu Ampas Tebu Menggunakan Ayakan 200 Mesh.....	40
3.3 Penyaringan Menggunakan Kertas Saring <i>Whatman</i> nomor 42 .....	40
3.4 Padatan Natrium Silikat .....	41
3.5 Gel Setelah Dikeringkan pada Suhu 60°C Selama 3x24 Jam.....	42
3.6 <i>Bioactive Glass Nano Silica</i> dari Abu Ampas Tebu .....	42
3.7 Pencampuran <i>Glass Ionomer</i> dengan Asam Poliakrilat.....	43
3.8 Cetakan Berbentuk Silinder Diisi dengan <i>Glass Ionomer (Fuji IX)</i> .....	44
3.9 Pandangan Atas Sampel Setelah Dikeluarkan dari Cetakan .....	44
3.10 Pencampuran <i>Glass Ionomer</i> dengan Tambahan 0,04 wt% <i>Bioactive Glass Nano Silica</i> dari Abu Ampas Tebu dengan Asam Poliakrilat .....	45
3.11 Cetakan Berbentuk Silinder Diisi dengan <i>Glass Ionomer</i> dengan Tambahan 0,04 wt% <i>Bioactive Glass Nano Silica</i> dari Abu Ampas Tebu.....	45
3.12 Pandangan Atas Sampel <i>Glass Ionomer</i> dengan Tambahan 0,04 wt% <i>Bioactive Glass Nano Silica</i> dari Abu Ampas Tebu Setelah Dikeluarkan dari Cetakan .....	46
3.13 Perendaman Sampel pada <i>Saliva</i> Buatan .....	46

3.14 Pengukuran Berat Sampel.....	47
4.1 Histogram Perbedaan Sifat Daya Serap Kelompok Perendaman GI5, GI24, GIBAG5 dan GIBAG24 pada <i>Saliva</i> Buatan Selama 7x24 Jam .....	50
4.2 Histogram Perbedaan Sifat Kehilangan Berat Kelompok Perendaman GI5, GI24, GIBAG5 dan GIBAG24 pada <i>Saliva</i> Buatan Selama 7x24 Jam.....	51



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Surat Ijin Penelitian.....	67
B. Surat Identifikasi Tanaman Tebu .....	68
C. Tabel Hasil Penelitian.....	69
D. Analisis Data Hasil Penelitian.....	71
E. Alat dan Bahan Penelitian .....	77



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Bioactive glass* merupakan suatu bahan yang dirancang untuk menginduksi reaksi pembentukan jaringan keras (hidroksiapatit) ketika berkontak dengan cairan fisiologis tubuh (Raahaman, 2011). *Bioactive glass* pertama kali ditemukan oleh Prof. Larry Hench di Universitas Florida pada tahun 1969 dengan nama *Bioglass 45S5* dengan komposisi utamanya terdiri dari 46.1 mol.%  $\text{SiO}_2$ , 24.4 mol.%  $\text{Na}_2\text{O}$ , 26.9 mol.%  $\text{CaO}$  dan 2.6 mol.%  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Jones, 2013). *Bioactive glass* ini pertama kali digunakan untuk penyatuan tulang yang fraktur dengan cara pembentukan lapisan hidroksiapatit (HA) dan diikuti dengan pembentukan kolagen diatas permukaan hidroksiapatit supaya berikatan dengan jaringan tubuh (Saravanapavan, 2002).

Pada saat ini sudah banyak dikembangkan *bioactive glass* dengan ukuran partikel nano (20-500 nm). Hal ini dikarenakan kurang efektifnya *bioactive glass* dengan ukuran mikro pada pembentukan hidroksiapatit (HA). Pada penelitian sebelumnya telah dibuktikan bahwa *bioactive glass* dengan ukuran nano partikel mampu membentuk hidroksiapatit (HA) lebih cepat dibandingkan dengan partikel mikro (Polini, 2013). Hal ini dikarenakan partikel yang berkontak dengan cairan semakin banyak sehingga menyebabkan ion yang larut dalam larutan semakin banyak untuk membentuk lapisan hidroksikarbonatapatit (HCA) yang nantinya akan termineralisasi menjadi hidroksiapatit (HA) (Carpalho, 2013).

Selain lebih cepat dalam pembentukan hidroksiapatit, *bioactive glass* nano partikel juga bersifat antibakteri dan mempunyai kemampuan untuk remineralisasi dentin (Carpalho, 2013). Oleh karena itu, penggunaan *bioactive glass* sudah mulai dikembangkan dalam bidang kedokteran gigi. *Bioactive glass* di bidang kedokteran gigi sampai saat ini digunakan sebagai bahan pelapis implan gigi untuk merangsang pembentukan osseointegrasi terhadap bahan implan (Jones, 2013), sebagai bahan untuk perbaikan tulang rahang akibat periodontitis (Abassi, 2015), sebagai bahan remineralisasi untuk mengurangi hipersensitifitas gigi (Krishnan, 2013) dan sebagai

bahan tambahan pada bubuk *glass ionomer* untuk merestorasi gigi sekaligus remineralisasi jaringan dentin yang rusak (Xie, 2008).

Bubuk *glass ionomer* yang ditambahkan bahan *bioactive glass* untuk restorasi gigi harus memiliki sifat fisik yang baik setelah diaplikasikan dalam rongga mulut. Sifat fisik suatu bahan restorasi dapat dipengaruhi oleh adanya *saliva* pada rongga mulut. Adanya *saliva* pada rongga mulut dapat menyebabkan penyerapan *saliva* ke dalam bahan restorasi tersebut secara difusi. Penambahan *bioactive glass* pada bubuk *glass ionomer* sebanyak 0,04 wt% dapat menurunkan penyerapan *saliva* ke dalam bahan restorasi. Hal ini disebabkan pada saat *saliva* berdifusi, maka ion-ion dari bahan *bioactive glass* akan larut (Usri, 2013). Larutnya ion-ion seperti kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), natrium ( $\text{Na}^+$ ) dan lain-lain dapat menjadi tahapan awal pembentukan hidroksiapatit (HA) untuk mengisi mikroporus yang terbentuk akibat larutnya ion-ion tersebut sehingga dapat menurunkan sifat daya serap dan kehilangan berat suatu bahan restorasi (Keyf, 2007). Apabila *bioactive glass nano silica* memiliki ikatan yang kuat dengan matriks *glass ionomer*, maka pembentukan hidroksiapatit akan terus berlanjut. Namun apabila bahan *bioactive glass* tidak berikatan secara kuat dengan matriks *glass ionomer*, maka proses kondensasi dan polimerisasi untuk pembentukan hidroksiapatit tidak akan berlanjut (Dinakaran, 2014). Oleh karena itu sangat diperlukan ikatan yang kuat antara *glass ionomer* dengan bahan *bioactive glass nano silica* untuk mengurangi sifat daya serap dan kehilangan berat suatu bahan restorasi. Secara klinis daya serap dapat menyebabkan perubahan dimensi, pewarnaan gigi, rusaknya bagian tepi restorasi, kekuatan tekan, kekerasan dan stabilitas bahan tersebut (Keyf, 2007). Semakin kecil sifat daya serap dan kehilangan berat suatu bahan maka semakin baik sifat fisik bahan restorasi tersebut (Mirsa, 2008).

Salah satu komposisi dari *bioactive glass* adalah silika, dimana salah satu sumber silika adalah tanaman tebu. Tebu (*Saccharum officinarum L.*) merupakan salah satu jenis tanaman yang hanya dapat ditanam di daerah tropis (Wijanarko, 2006). Produksi tebu di Indonesia pada tahun 2007 sebesar 21 juta ton, maka potensi

ampas yang dihasilkan sekitar 6 juta ton ampas per tahun (Wardani, 2015). Selama ini ampas tebu dari hasil produksi gula sering digunakan sebagai bahan bakar pembakaran sehingga menghasilkan abu (Wijanarko, 2006). Menurut penelitian sebelumnya, dilaporkan bahwa pada abu ampas tebu masih memiliki kandungan  $\text{SiO}_2$  yang cukup tinggi yaitu sebesar 71% (Yusuf, 2014). Selain itu, silika yang dihasilkan dari abu ampas tebu adalah silika berstruktur amorf sehingga abu ampas tebu berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan *bioactive glass nano silica* (Sulastri, 2010). Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan penelitian mengenai sifat daya serap dan kehilangan berat bahan *glass ionomer* yang ditambahkan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu pada *saliva* buatan.

### 1.2 Rumusan Masalah

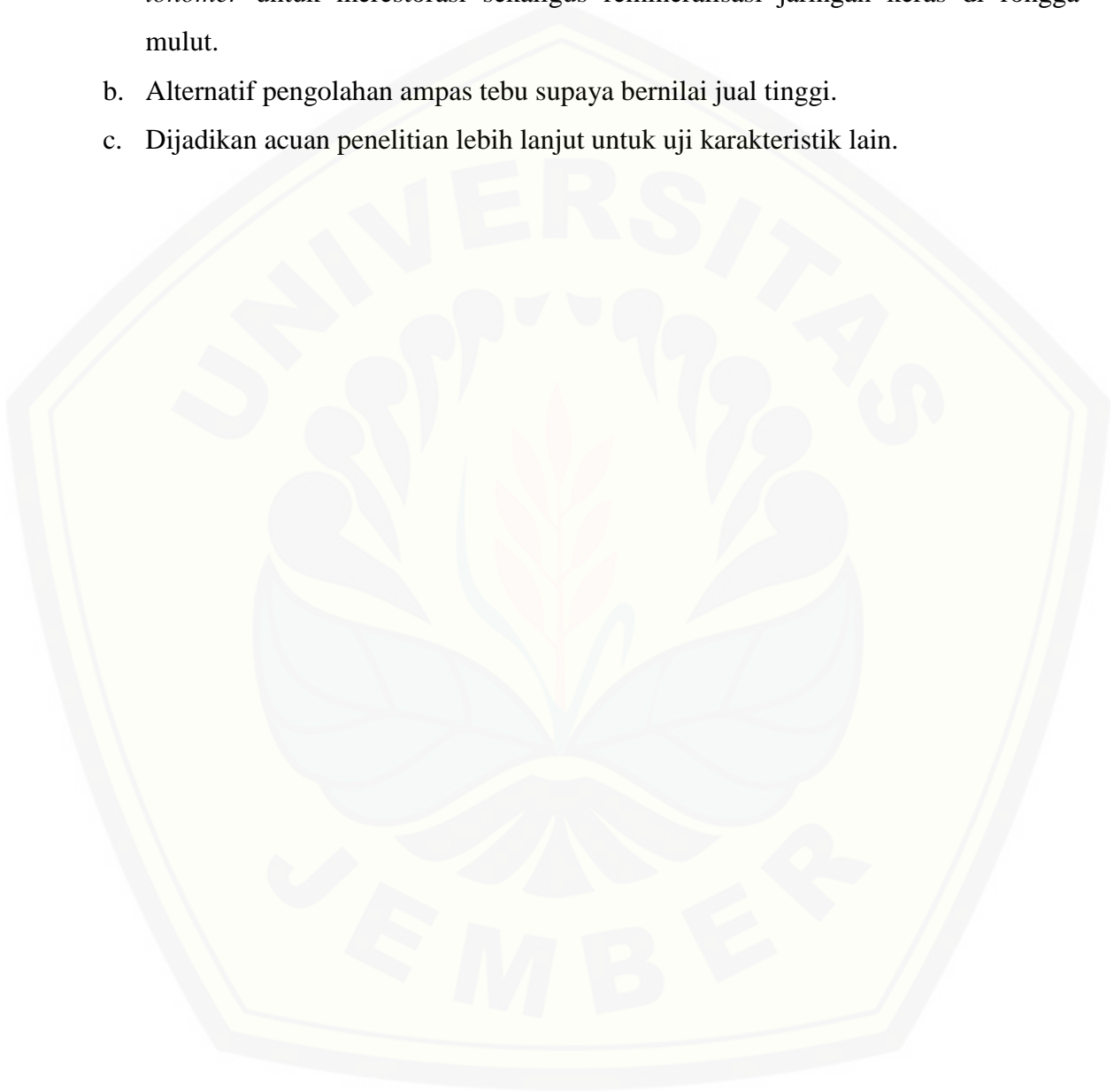
- a. Bagaimana sifat daya serap *glass ionomer* dengan tambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu yang direndam pada *saliva* buatan selama 7x24 jam pada saat *setting* awal (5 menit) dan *setting* sempurna (24 jam)?
- b. Bagaimana sifat kehilangan berat *glass ionomer* dengan tambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu yang direndam pada *saliva* buatan selama 7x24 jam pada saat *setting* awal (5 menit) dan *setting* sempurna (24 jam)?

### 1.3 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui sifat daya serap *glass ionomer* dengan tambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu yang direndam pada *saliva* buatan selama 7x24 jam pada saat *setting* awal (5 menit) dan *setting* sempurna (24 jam).
- b. Mengetahui sifat kehilangan berat *glass ionomer* dengan tambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu yang direndam pada *saliva* buatan selama 7x24 jam pada saat *setting* awal (5 menit) dan *setting* sempurna (24 jam).

#### 1.4 Manfaat Penelitian

- a. *Bioactive glass nano silica* dapat digunakan sebagai bahan tambahan *glass ionomer* untuk merestorasi sekaligus remineralisasi jaringan keras di rongga mulut.
- b. Alternatif pengolahan ampas tebu supaya bernilai jual tinggi.
- c. Dijadikan acuan penelitian lebih lanjut untuk uji karakteristik lain.



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Bioactive Glass*

#### 2.1.1 Definisi *Bioactive Glass*

*Bioactive glass* pertama kali diciptakan oleh Larry Hench di Universitas Florida pada tahun 1969. Profesor Hench membuat *degradable glass* dalam sistem  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ , dengan kandungan kalsium yang tinggi dan komposisi eutektik terner dalam diagram  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ . Komposisi *bioactive glass* yang ditemukannya terdiri atas 46,1 mol.%  $\text{SiO}_2$ , 24,4 mol.%  $\text{Na}_2\text{O}$ , 26,9 mol.%  $\text{CaO}$  dan 2,6 mol.%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , kemudian disebut *Bioglass 45S5* (Jones, 2013).

Bahan bioaktif didefinisikan sebagai bahan yang merangsang pembentukan hidroksiapatit (HA). Ikatan *Bioglass 45S5* dengan tulang berlangsung dengan cepat dan merangsang pertumbuhan tulang pada permukaan implan. Mekanisme ikatan tulang berhubungan dengan lapisan *hydroxy carbonate apatit* (HCA) pada permukaan kaca. HCA mirip dengan mineral tulang dan berinteraksi dengan fibril kolagen untuk berintegrasi dengan *host*. *Bioactive glass* bersifat osteogenik (osteoinduksi) karena produk silika dan kalsium yang larut dapat merangsang sel-sel osteogenik untuk menghasilkan matriks tulang (Jones, 2013).

#### 2.1.2 *Bioactive Sol-Gel Glass*

*Bioactive glass* dapat dibuat dengan menggunakan dua metode pengolahan: metode *traditional melt-quenching* dan metode *sol-gel*. *Bioglass 45S5* dan *bioactive glass* komersial lainnya yang dibuat dengan metode *traditional melt-quenching* dimana oksida dilelehkan pada suhu tinggi (di atas  $1.300^\circ\text{C}$ ) dalam cawan platinum dan padam dalam cetakan grafit (untuk batang atau monolit) atau di dalam air (*frit*). Metode *sol-gel* dasarnya membentuk dan merakit nanopartikel silika pada suhu kamar. Ini adalah metode sintesis berbasis kimia di mana larutan yang mengandung komposisi prekursor mengalami *polymertype* reaksi pada suhu kamar untuk



membentuk gel. Gel adalah jaringan basah anorganik silika kovalen yang kemudian dapat dikeringkan dan dipanaskan, misalnya pada suhu 600°C untuk menjadi *glass*. (Saravanapavan, 2003).

Perbedaan fisik dalam metode *traditional melt-quenching* dan *sol-gel glass* adalah sol-gel cenderung memiliki nanoporositas daripada metode *traditional melt-quenching* gelas yang padat. Nanoporositas dapat meningkatkan respon seluler karena *nanotopography* dan luas permukaan dua kali lipat lebih tinggi daripada komposisi serupa dengan metode *traditional melt-quenching*. Komposisi *sol-gel* biasanya memiliki komponen lebih sedikit dari bioaktif *glass* dengan metode *traditional melt-quenching*. Hal ini karena peran utama Na<sub>2</sub>O pada metode *traditional melt-quenching bioactive glass* adalah untuk menurunkan titik leleh dan meningkatkan *processability*. Hal ini juga meningkatkan kelarutan kaca yang penting untuk bioaktivitas. Luas permukaan dengan metode *sol-gel* menghasilkan tingkat kelarutan tinggi dan karena tidak ada titik leleh yang terlibat, natrium tidak diperlukan dalam komposisi. Meskipun demikian, metode sol-gel telah diproduksi dekat dengan komposisi 45S5, misalnya 46,1 mol.% SiO<sub>2</sub>, 24,4 mol.% Na<sub>2</sub>O, 26,9 mol.% CaO dan 2,6 mol.% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, meskipun gel tidak harus dipanaskan di atas 600° C jika gelas yang tetap amorf (Jones, 2013)

### 2.1.3 *Bioactive Glass Nano Silica*

Studi pertama pada remineralisasi dentin oleh *bioactive glass* dilakukan oleh Wang. Pada penelitian ini, setelah demineralisasi buatan dengan EDTA (asam *etilen-diamin-tetraacetic*) kemudian dilakukan remineralisasi dengan bahan *bioactive glass nano silica* dan dibandingkan dengan remineralisasi menggunakan bahan konvensional berukuran mikron (*PerioGlas*<sup>®</sup>). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *bioactive glass nano silica* mengakibatkan peningkatan yang tinggi pada kandungan mineral dan menghasilkan proses remineralisasi yang cepat. Hasil ini menegaskan peran penting dari ukuran partikel dan luas permukaan sampel. Namun, sampel ini

secara mekanis tidak memiliki kestabilan yang baik, kecuali mineral yang diendapkan membentuk material komposit dengan matriks kolagen dari sampel. Selain itu, penemuan atas penambahan *bioactive glass nano silica* pada pasta gigi menunjukkan penurunan yang signifikan pada permeabilitas dentin dan ketahanan yang sangat baik dengan asam yang dapat bermanfaat untuk hipersensitivitas dan remineralisasi dalam perawatan (Abbasi, 2015).

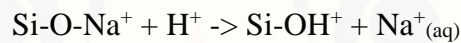
Pada tahun 2014, Mehta membuktikan bahwa *bioactive glass nano silica* (*Novamin*<sup>®</sup>) dan *casein phosphopeptide-amorf Calcium Phosphat* (CPP-ACP) berhasil remineralisasi awal karies enamel. Namun, *Novamin*<sup>®</sup> mampu remineralisasi lesi karies lebih efektif dibandingkan CPP-ACP. CPP-ACP memiliki sifat amorf dan tidak bisa berikatan dengan enamel. Hal ini juga menyebabkan nilai kekerasan yang lebih rendah pada CPP-ACP, sementara *Novamin*<sup>®</sup> menunjukkan nilai kekerasan yang lebih tinggi karena menempel ke permukaan gigi lebih kompak (Abbasi, 2015).

*Bioactive glass nano silica* (20-500 nm) sudah mulai banyak dikembangkan dan memiliki hasil yang luar biasa bukan hanya karena luas permukaan yang lebih besar, tetapi juga energi permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *bioactive glass* dengan ukuran mikro. Selain itu, ukuran nano mereka memungkinkan material membentuk fleksibilitas. *Bioactive glass nano silica* dapat digunakan sebagai polimer *scaffold* yang digunakan untuk membuat lapisan *bioactive* pada implan, tersebar atau bahkan akan langsung disuntikkan. Perlu dicatat bahwa ukuran mereka juga memungkinkan mereka untuk diinternalisasi oleh berbagai jenis sel (makrofag, sel-sel tulang, sel-sel kanker, dll). Jika terkontrol dan berorientasi dengan baik, ini bisa menjadi sangat menarik untuk dijadikan obat pada pengobatan kanker (Vichery, 2016).

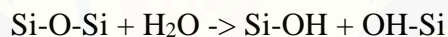
#### 2.1.4 Proses Pembentukan Hidroksiapatit dari *Bioactive Glass*

Hidroksiapatit mirip dengan mineral tulang dan dapat berinteraksi dengan fibril kolagen tulang yang rusak untuk berobligasi. Adsorpsi protein, penggabungan fibril kolagen, penempelan sel progenitor tulang, diferensiasi sel, ekskresi matriks ekstraselular tulang dan mineralisasi terlibat dalam pembentukan HA ikatan lapisan-tulang. (Abbasi, 2015).

Proses pembentukan hidroksiapatit terdiri dari lima tahap. Tahap pertama diawali dengan pertukaran ion antara *bioactive glass* ( $\text{Na}^+$  dan  $\text{Ca}^{2+}$ ) dengan ion  $\text{H}^+$  dari larutan yang menyebabkan terjadinya hidrolisis kelompok silika dan pembentukan gugus silanol pada permukaan kaca dengan reaksi sebagai berikut :

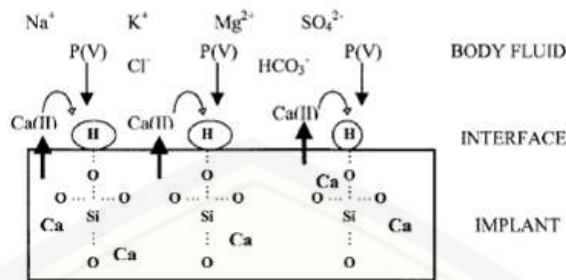


Tahap kedua terjadi peningkatan pH yang menyebabkan pecahnya ikatan  $\text{SiO}_2$  membentuk  $\text{Si}(\text{OH})_4$  pada larutan dan dilanjutkan dengan pembentukan kelompok Si-OH pada permukaan kaca seperti pada reaksi berikut :



Selama kelarutan silika rendah, kelarutan *bioactive glass* pada larutan menunjukkan peningkatan konsentrasi Si yang mengindikasikan bahwa kelarutan silika merupakan mekanisme penting, walaupun mekanisme lain juga bisa berkontribusi dalam peningkatan konsentrasi silika.

Tahap ketiga adalah tahap kondensasi dan polimerisasi lapisan  $\text{SiO}_2$  (1-2 $\mu\text{m}$ ) di permukaan kaca. Tahap berikutnya diikuti dengan migrasi ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $(\text{PO}_4)^{3-}$  dari bahan melalui lapisan  $\text{SiO}_2$  dan dari larutan membentuk lapisan *amorphous calcium phosphate* (ACP) pada permukaan  $\text{SiO}_2$ . Tahap terakhir adalah tahap pengkristalan, dimana ACP akan berikatan dengan ion  $(\text{OH})^-$  dan  $(\text{CO}_3)^{2-}$  dari larutan dan terkristalisasi menjadi lapisan *hydroxy carbonate apatite* (HCA). (Raahaman, 2011).



Gambar 2.1 Proses Pembentukan Hidroksiapatit dari *Bioactive Glass* (Saravanapavan, 2002).

Setelah pembentukan formasi awal dari lapisan HCA, mekanisme biologis dari ikatan tulang diyakini melibatkan adsorpsi faktor pertumbuhan, diikuti oleh keterikatan, proliferasi dan diferensiasi sel *osteoprogenitor*. Sel osteoblas (pembentuk sel tulang) membuat matriks ekstraselular (kolagen), yang dimineralisasi untuk membentuk mineral anokristalin dan kolagen pada permukaan *bioactive glass* sedangkan degradasi dan konversi kaca terus berlanjut dari waktu ke waktu (Raahaman, 2011).

### 2.1.5 Penggunaan *Bioactive Glass* di Kedokteran Gigi

Pada tahun 1986, *bioactive glass* berhasil digunakan sebagai prostesis telinga bagian tengah untuk memperbaiki gangguan pendengaran konduktif dan aplikasi klinis pertama material tersebut. Dalam ekstraksi gigi, bioaktif telah digunakan untuk mempertahankan ketinggian lingir alveolar. *Bioactive glass* juga telah digunakan untuk fusi tulang belakang, rekonstruksi krista tulang iliaka, dan untuk mengisi cacat tulang di sejumlah prosedur ortopedi. Awal aplikasi klinis ini mengkonfirmasi bahwa bahan ini sebagai implan yang sangat kompatibel. Aplikasi yang lebih baru dari *bioactive glass* adalah sebagai pelapis untuk implan logam ortopedi, pelapis trabekular, penggantian tulang, ilmu periodontal, ilmu endodontik, *scaffold* untuk teknik jaringan tulang dan pengobatan regeneratif (Abbasi, 2015).

Berbagai bentuk *bioactive glass* seperti *scaffold* atau konstruksi padat telah digunakan dalam aplikasi klinis seperti pada kedokteran gigi. Pada tahun 1988, *Endosseous Ridge Maintenance Implant (ERMI)*<sup>®</sup> adalah perangkat Bioglass<sup>®</sup>

berbentuk kerucut di kedokteran gigi. Bahan ini digunakan untuk memperbaiki akar gigi dan untuk memberikan lingir yang stabil untuk gigi palsu. Bahan tersebut dimasukkan ke bekas ekstraksi gigi segar. ERMI<sup>®</sup> sangat stabil dan jauh lebih baik daripada HA dari implan akar gigi. Namun, produk ini tidak mendapatkan kesuksesan komersial karena ahli bedah lebih suka memotong implan untuk membentuk daripada dibatasi dengan bentukan kerucut ukuran tetap (Abbasi, 2015).

Sebuah partikel *Bioglass*<sup>®</sup> sangat halus disebut *NovaMin*<sup>®</sup> (NovaMin Teknologi, GlaxoSmithKline, Florida, UK), dengan ukuran partikel  $\pm 18 \mu\text{m}$  digunakan sebagai agen perbaikan aktif dalam pasta gigi. Bahan ini memineralisasi lubang-lubang kecil di dentin dan mengurangi sensitivitas gigi. Dentin hipersensitif adalah masalah mulut yang disebabkan oleh paparan permukaan akar karena penyakit periodontal, abrasi sikat gigi atau *cemento-enamel junction*. Teori hidrodinamik tentang mekanisme hipersensitivitas dentin mengusulkan bahwa ketika rangsangan eksternal seperti dingin, panas, sentuhan atau tekanan osmotik diterapkan pada dentin terbuka, akan menyebabkan gerakan cairan dalam tubulus dentin. Tubulus terbuka ini memungkinkan cairan mengalir melalui tubulus yang dapat mengakibatkan perubahan tekanan yang merangsang ujung saraf di pulpa gigi. Ketika jenis-jenis pasta gigi yang mengandung partikel *Bioglass*<sup>®</sup>, maka partikel ini akan masuk ke tubuli dentin dan membentuk lapisan HA. Oleh karena itu pemblokiran tubulus mengurangi rasa sakit untuk waktu yang lama (Krishnan, 2013).

Selain itu, penggunaan *bioactive glass* juga bisa digunakan sebagai *remineralizing agent*. Pada tahun 2014, Mehta et.al. menunjukkan bahwa *bioactive glass* (*Novamin*<sup>®</sup>) dan *casein phosphopeptide-amorf calcium phosphate* (CPP-ACP) berhasil remineralisasi karies enamel (Abbasi, 2015)

## 2.2 Silika

### 2.2.1 Pengertian Silika

Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul  $\text{SiO}_2$  (*silicon dioxida*) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis kristal. Silika mineral adalah senyawa yang banyak ditemui dalam bahan tambang/galian yang berupa mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan feldspar yang mengandung kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ). Selain terbentuk secara alami, silika dengan struktur kristal tridimit dapat diperoleh dengan cara memanaskan pasir kuarsa pada suhu  $870^\circ\text{C}$  dan bila pemanasan dilakukan pada suhu  $1470^\circ\text{C}$  dapat diperoleh silika dengan struktur kristobalit. Silika juga dapat dibentuk dengan mereaksikan silikon dengan oksigen atau udara pada suhu tinggi (Bragmann and Goncalves, 2006). Karakteristik silika amorf diperlihatkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Karakteristik Silika Amorf (Surdia, 2000).

Nama lain	Silikon Dioksida
Rumus Molekul	$\text{SiO}_2$
Berat Jenis ( $\text{g/cm}^3$ )	2,6
Bentuk	Padat
Daya larut dalam air	Tidak larut
Titik cair ( $^\circ\text{C}$ )	1610
Titik didih ( $^\circ\text{C}$ )	2230
Kekerasan ( $\text{Kg/mm}^2$ )	650
Kekuatan tekuk (Mpa)	70
Kekuatan tarik (Mpa)	110
Modulus elastisitas (Gpa)	73 - 75
Resistivitas (m)	>1014
Koordinasi geometri	Tetrahedral
Struktur kristal	Kristobalit, Tridimit, Kuarsa

Silika nabati dapat ditemui pada sekam padi dan tongkol jagung (Monalisa, 2013). Silika nabati yang umumnya digunakan saat ini adalah silika sekam padi. Dalam mendapatkan silika dari sekam padi dapat dilakukan menggunakan metode ekstraksi alkalis dan metode pengabuan Silika yang diperoleh melalui metode ekstraksi alkalis adalah berupa larutan *sol* dimana silika pada fase larutan adalah fase amorf atau mudah reaktif. Sedangkan pada metode pengabuan, sekam padi dibakar

pada suhu diatas 200°C selama 1 jam untuk mendapatkan arang sekam padi yang berwarna hitam (Haslinawati, 2011).

### 2.2.2 Sifat Silika

Silikon dioksida atau silika adalah salah satu senyawaan kimia yang paling umum. Silika murni terdapat dalam dua bentuk yaitu kuarsa dan kristobalit. Silikon selalu terikat secara tetrahedral kepada empat atom oksigen, namun ikatan-ikatannya mempunyai sifat yang cukup ionik.. Dalam kristobalit, atom-atom silikon ditempatkan seperti halnya atom-atom karbon dalam intan dengan atom-atom oksigen berada di tengah dari setiap pasangan. Dalam kuarsa terdapat heliks sehingga terbentuk kristal enansiomorf. Kuarsa dan kristobalit dapat saling dipertukarkan apabila dipanaskan. Proses ini lambat karena dibutuhkan pemutusan dan pembentukan kembali ikatanikatan dan energi pengaktifannya tinggi. Silika relatif tidak reaktif terhadap  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2$ , asam-asam dan sebagian besar logam pada suhu 25°C atau pada suhu yang lebih tinggi, tetapi dapat diserang oleh  $\text{F}_2$ , HF aqua, hidroksida alkali dan leburan-leburan karbonat.

Silika relatif tidak reaktif terhadap  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2$ , asam-asam dan sebagian besar logam pada suhu 25oC atau pada suhu yang lebih tinggi, tetapi dapat diserang oleh  $\text{F}_2$ , HF aqua, hidroksida alkali dan leburan-leburan karbonat. Bentuk-bentuk silika merupakan beberapa struktur kristal yang penting bukan saja karena silika merupakan zat yang melimpah dan berguna, tetapi karena strukturnya ( $\text{SiO}_4$ ) adalah unit yang mendasar dalam kebanyakan mineral.

Kadar silika memiliki dua ciri utama yaitu:

1. Setiap atom silikon berada pada pusat suatu tetrahedron yang terdiri dari empat atom oksigen.
2. Setiap atom oksigen berada ditengah tengah antara dua aton *silicon* .

Silika memiliki beberapa sifat silika. Sifat fisik silika dapat dilihat pada tabel 2.2.

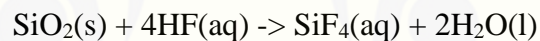
Tabel 2.2 Sifat Fisika Silika (Agung, 2013)

Nama IUPAC	Silikon Dioksida
Nama lain	Kuarsa, silika, silikat dioksida, silicon (IV) oksida
Rumus molekul	SiO <sub>2</sub>
Massa molar	60,08 g mol <sup>-1</sup>
Penampilan	Kristal Transparan
Titik Lebur	1600-1725 <sup>0</sup> C
Titik didih	2230 <sup>0</sup> C

Adapun sifat kimia dari silika (SiO<sub>2</sub>) yaitu:

a. Reaksi Asam

Silika relatif tidak reaktif terhadap asam kecuali terhadap asam hidrofluorida dan asam fospat.

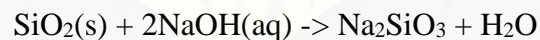


Dalam asam berlebih reaksinya adalah:



b. Reaksi basa

Silika dapat bereaksi dengan basa, terutama dengan basa kuat, seperti dengan hidroksida alkali.

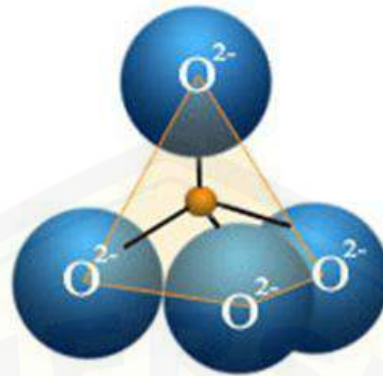


Secara komersial, silika dibuat dengan mencampur larutan natrium silikat dengan suatu asam mineral. Reaksi ini menghasilkan suatu dispersi pekat yang akhirnya memisahkan partikel dari silika terhidrat, yang dikenal sebagai silika hidrosol atau asam silikat yang kemudian dikeringkan pada suhu 110<sup>0</sup>C agar terbentuk silika gel.

### 2.2.3 Klasifikasi Silika

Silika terbentuk melalui ikatan kovalen yang kuat serta memiliki struktur dengan empat atom oksigen terikat pada posisi sudut tetrahedral di sekitar atom pusat yaitu atom silikon. Gambar 2.1 memperlihatkan struktur silika tetrahedral.





Gambar 2.2. Struktur Silika Tetrahedral (Im, 2011).

Pada umumnya silika adalah dalam bentuk amorf terhidrat, namun bila pembakaran berlangsung terus-menerus pada suhu diatas  $650^{\circ}\text{C}$  maka tingkat kristalinitasnya akan cenderung naik dengan terbentuknya fasa *quartz*, *crystalobalite*, dan *tridymite*. Bentuk struktur *quartz*, *crystalobalite*, dan *tridymite* yang merupakan jenis kristal utama silica memiliki stabilitas dan kerapatan yang berbeda. Struktur Kristal *quartz*, *crystalobalite*, dan *tridymite* memiliki nilai densitas masing-masing sebesar  $2,65 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $2,27 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , dan  $2,23 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Berdasarkan perlakuan termal, pada suhu  $< 570^{\circ}\text{C}$  terbentuk *low quartz*, untuk suhu  $570-870^{\circ}\text{C}$  terbentuk *high quartz* yang mengalami perubahan struktur menjadi *crystalobalite* dan *tridymite*, sedangkan pada suhu  $870-1470^{\circ}\text{C}$  terbentuk *high tridymite*, pada suhu  $> 1470^{\circ}\text{C}$  terbentuk *high crystalobalite*, dan pada suhu  $1723^{\circ}\text{C}$  terbentuk silika cair. Silika dapat ditemukan di alam dalam beberapa bentuk meliputi kuarsa dan opal, silika memiliki 17 bentuk kristal, dan memiliki tiga bentuk kristal utama yaitu kristobalit, tridimit, dan kuarsa seperti diperlihatkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Bentuk Kristal Utama Silika (Smallman and Bishop, 2000).

Bentuk	Rentang Stabilitas( $^{\circ}\text{C}$ )
Kristobalit	1470-1723
Tridmit	870-1470
Kuarsa	$< 870$

#### 2.2.4 Pemanfaatan Silika

$\text{SiO}_2$  (silika) material yang berdaya guna tinggi, aplikasinya sangat luas baik dalam kegiatan industri maupun kehidupan sehari-hari. Salah satunya sebagai silika gel yaitu untuk mengurangi kelembaban udara. Silika biasanya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dengan berbagai ukuran tergantung aplikasi yang dibutuhkan seperti dalam industri ban, karet, gelas, semen, beton, tekstil, kertas, kosmetik, elektronik, pasta gigi, dan lain-lain. Untuk proses penghalusan atau memperkecil ukuran dari pasir silika umumnya digunakan metode *milling* dan *ball mill* untuk menghancurkan ukuran pasir silika yang besar-besar menjadi ukuran yang lebih halus (Im, 2011).

Silika juga sering digunakan sebagai adsorben (Amrulloh, 2014), media filter, dan komponen katalisator. Silika merupakan bahan baku utama pada *glass industry*, keramik, untuk produksi larutan silikat, silikon dan *alloy* (Agung, 2013). Pada dunia industri penggunaan silika gel sudah sangat luas, silika gel merupakan produk yang aman digunakan untuk menjaga kelembaban makanan, obat-obatan, bahan sensitif, elektronik dan film sekalipun. Produk anti lembab ini menyerap lembab tanpa merubah kondisi zatnya. Dewasa ini salah satu material yang banyak diminati adalah komposit berbasis silika seperti komposit  $\text{MgO-SiO}_2$  (Damiyanti, 2012). Selain itu silika juga banyak digunakan sebagai penyangga katalis heterogen untuk berbagai reaksi katalitik seperti sintesis biodiesel (Helwani, 2009).

#### 2.2.5 Sumber Silika

Silika merupakan material yang tersedia di alam dan secara kuantitatif memiliki jumlah yang melimpah. Silika berada didalam tanah berbentuk silika larut air ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ). Silika atau silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) adalah senyawa yang terbentuk dari atom silikon dan oksigen. Karena oksigen adalah unsur yang paling melimpah di kulit bumi, sementara silikon adalah unsur kedua terbanyak, maka bentuk silika merupakan bentuk yang sangat umum ditemukan di alam. Silika biasanya diperoleh

melalui proses penambangan yang dimulai dari menambang pasir kuarsa sebagai bahan baku. Pasir kuarsa tersebut kemudian dipisahkan dan dilakukan proses untuk membuang pengotor, pasir inilah yang kemudian dikenal dengan pasir silika.

Silika yang terakumulasi didalam makhluk hidup, baik hewan atau tumbuhan memiliki bentuk amorf, berbeda dengan silika yang tidak berasal dari makhluk hidup seperti batuan dan debu yang memiliki struktur kristalin. Bahan baku pembuatan silika gel adalah silika ( $\text{SiO}_2$ ). Silika terdapat dalam mineral seperti kaolin, zeolit, kristobalit dan kuarsa. Kristobalit alam yang terdapat di Sabang dilaporkan mengandung silika yang sangat tinggi hingga mencapai 85% serta dapat mengadsorpsi logam berat  $\text{Cd}^{2+}$  (Lubis, 2009).

### 2.3 *Glass Ionomer Cement (GIC)*

#### 2.3.1 Definisi *Glass Ionomer Cement (GIC)*

*Glass ionomer cement (GIC)* merupakan salah satu bahan restorasi yang sering digunakan karena material ini dianggap paling biokompatibel. Bahan material yang pertama kali diperkenalkan oleh Wilson dan Kent pada tahun 1971 ini terdiri atas bubuk fluoroaluminosilikat dan liquid asam poliakrilat. Material ini mampu berikatan secara fisiko kimia dengan jaringan gigi, memiliki koefisien termal yang sama dengan dentin, dan dapat melepas *fluoride* yang memungkinkan untuk mencegah terjadinya karies sekunder. (Noort, 2007)

Penggunaan bahan material *glass Ionomer* mengalami banyak perkembangan, salah satunya sebagai bahan restorasi direk, dapat juga digunakan sebagai luting, *liner*, maupun basis pada restorasi sementara dan permanen serta *pit and fissure sealant* (Subiyanto, 2002). GIC tersedia dalam bentuk konvensional dan resin-modifikasi. Awalnya sifat fisik dari *glass ionomer* kurang baik dan indikasinya terbatas, maka pada akhir dekade tahun 1980, *glass ionomer* mulai dikembangkan. Hasilnya adalah *glass ionomer* modifikasi resin. *Glass ionomer* jenis ini ditambah hidroksietilmetakrilat (HEMA) yang bersifat fotoinisiator. Penambahan komponen ini

dapat meningkatkan sifat fisik dan estetik. *Glass Ionomer* berbeda dari resin komposit pada beberapa hal dasar, seperti komposisi, seting reaksi dan sifat antarmuka gigi atau restorasi (Hawlett, 2003).

### 2.3.2 Sifat dan Struktur Umum *Glass Ionomer*

*Glass ionomer* tersedia dalam dua jenis yaitu jenis konvensional dan modifikasi. *Glass ionomer* konvensional terdiri atas *fluoroaluminosilicate glass*, biasanya dalam garam *strontium* atau kalsium, dan cairan asam *polialkenoat*, seperti asam *poliakrilat*, *maleat*, *itakonat* dan *trikarballylik*. Bahan konvensional dibuat dengan reaksi unsur asam antara cairan asam dan bubuk. Modifikasi adalah perbaikan sifat fisik dan mengurangi sensitifitas air dari bahan konvensional yang dikembangkan menjadi *resin-modified glass ionomer cements*. Bahan ini mengandung resin yang dapat berpolimerisasi, biasanya *hydroxyethylmethacrylate (HEMA)* dan memiliki reaksi pengerasan tambahan dari polimerisasi resin yang dapat berupa *selfcure* atau *light-cure* (Annusavice, 2012).

Diketahui bahwa sifat fisikokimia, mekanis, karakteristik pengerasan dan kerja *glass ionomer* tergantung pada beberapa faktor, seperti komposisi kaca *aluminosilikat* dan *liquid* asam *poliakrilik* yang digunakan dalam formulasi, ukuran partikel bubuk kaca, proporsi relatif unsur dalam campuran semen (kaca/asam poli akrilik/asam tartar/air) (Annusavice, 2012).

### 2.3.3 Komposisi *Glass Ionomer*

GI terdiri atas bubuk yang merupakan asam larut air kalsium *aluminosilikat* yang mengandung *fluor*. Terdiri atas silika, alumina, kalsium fluorida, oksida metal dan metal fosfat pada suhu 1100-1500°C. Fungsi komponen GI (Annusavice, 2012):

- 1) Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) : meningkatkan opasitas
- 2) Silika ( $\text{SiO}_2$ ) : meningkatkan translusensi

- 3) Fluorida : antikariogenik, meningkatkan translusensi, *working time* dan kekuatan
- 4) Kalsium fluorida ( $\text{CaF}_2$ ): meningkatkan opasitas
- 5) Aluminium fosfat : menurunkan *melting time* (waktu mencair) dan meningkatkan translusensi
- 6) Kriolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) : meningkatkan translusensi
- 7) Ion Na, K, Ca, Sr

Cairan *glass ionomer* terdiri atas asam *poliakrilat* dengan konsentrasi sekitar 50%. Asam *poliakrilat* yang bertindak sebagai ko-polimer dengan asam lain seperti asam *itakonat*, *maleat*, dan *trikarboksilat*. Asam *polielektrolitik glass ionomer* disebut asam *polialkenoat* (Anusavice, 2012).

#### 2.3.4 Klasifikasi *Glass Ionomer Cement* (GIC)

Ada beberapa jenis *Glass ionomer cement* berdasarkan penggunaannya (Anusavice, 2012):

1. Tipe 1, disebut sebagai *luting cement*, digunakan untuk menyemenkan mahkota, *inlay*, *onlay* atau jembatan, ratio bubuk/cairan 1,5:1, ketebalan 25 mikron atau kurang, radiopak.
2. Tipe 2, disebut juga *restorative cement*, Tipe 2-1, restoratif estetik, digunakan untuk tumpatan estetika, ratio bubuk/cairan 2,5:1 sampai 6,8:1, kebanyakan bersifat radiolusen, memiliki reaksi pengerasan (*setting reaction*) yang panjang yang dapat mengakibatkan kehilangan cairan atau kontaminasi cairan (*water-in*, *water-out*) paling tidak selama 24 jam setelah pengaplikasian sehingga memerlukan lapisan pelindung (diberi *cocoa butter* atau dilapisi *bonding agent*); Tipe 2-2, *reinforced GIC*, yang diberi tambahan Ag-Sn atau Ag-Pd, dan GIC yang diperkuat ini dianggap memiliki kekuatan kompresif yang lebih baik, digunakan pada tumpatan yang tidak terlalu mementingkan estetika melainkan memerlukan pengerasan yang cepat dan sifat-sifat yang tinggi misalnya untuk tambalan

posterior atau komponen inti, ratio bubuk/cairan 3:1 sampai 4:1, radiopak, mengeras dengan cepat, namun masih rawan dehidrasi 2 minggu setelah aplikasi.

3. Tipe 3, disebut juga *lining cement* atau basis, digunakan sebagai material pelapikan standar di bawah semua material restoratif, adhesif ke dentin dan enamel, mengeluarkan fluor, dapat dietsa dengan asam ortofosfat 37% seperti enamel, reaksi pengerasan cepat, resistensi terhadap penyerapan air terjadi lebih awal. Ratio bubuk/cairan antara 1,5:1 dan untuk basis 3 :1 atau lebih.

Sedangkan klasifikasikan menurut reaksi komponen kimia utama mereka adalah sebagai berikut (Annusavice, 2012) :

1. *Glass ionomer konvensional*

*Glass ionomer konvensional* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1972 oleh Wilson dan Kent. Bahan ini berasal dari asam *polialkenoat* cair seperti asam poliakrilat dan komponen kacanya adalah *fluoroaluminosilikat*. Reaksi asam basa terjadi saat *powder* dan *liquid* dicampur menjadi satu.

2. *Resin-modified glass ionomer cement*

*Resin-Modified Glass ionomer cement* mengkombinasikan reaksi asam-basa ionomer kaca tradisional dengan reaksi polimerisasi *amine-peroksida (self-cured)*. Sistem *light-cured* ini telah dikembangkan dengan menambahkan kelompok *methacrylate* fungsional yang dapat dipolimerisasi dengan *photo-initiator* pada formulasi ini. Dikembangkan pada tahun 1992 *resin-modified glass ionomer cement* dalam bentuk paling sederhana adalah *glass ionomer* yang mengandung sedikit komponen resin larut dalam air yang dapat dipolimerisasi. Bahan yang lebih rumit telah dikembangkan dengan memodifikasi asam *polialkenoat* dengan rantai samping yang dapat dipolimerisasi menggunakan mekanisme *light-cured* dengan adanya *photo initiators* namun pengerasan tetap terjadi melalui reaksi asam-basa.

3. *Metal-reinforced glass ionomer cements*

*Metal-reinforced glass ionomer cements* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1977. Penambahan bubuk campuran perak-amalgam pada bahan konvensional

meningkatkan kekuatan fisik semen dan memberikan radiopasitas. Partikel perak dilelehkan menjadi serpihan-serpihan seperti kaca dan sejumlah produk kemudian muncul dimana kandungan campuran amalgam telah ditetapkan untuk memperbaiki keluhan sampai tingkat yang dikatakan menghasilkan sifat mekanis optimum untuk *metal-reinforced glass ionomer cement*.

### 2.3.5 Cara Manipulasi *Glass Ionomer Cement* (GIC)

*Glass ionomer cement* adalah nama generik dari sekelompok bahan yang menggunakan bubuk kaca silikat dan larutan asam poliakrilat. Pada mulanya semen ini dirancang untuk tambalan estetik pada gigi anterior dan dianjurkan untuk penambalan gigi dengan preparasi kavitas kelas III dan V. Karena semen ini memiliki ikatan adhesi yang sangat kuat dengan struktur gigi, maka akan sangat berguna untuk restorasi konservatif pada daerah yang tererosi. Penggunaannya diperluas sebagai *luting agent*, perekat *orthodontic bracket*, *pit and fissure sealants*, *liners* dan *basis*, *core buildups*, serta *intermediate restorations*. (Annusavice, 2012)

Agar restorasi tahan lama, maka permukaan gigi yang disiapkan harus bersih dan kering, konsistensi campuran semen harus dapat melapisi seluruh permukaan yang bergelombang, semen yang berlebih dikeluarkan dan diambil, tidak melakukan pengeringan yang berlebihan dan perlindungan permukaan restorasi untuk mencegah keretakan atau kelaurtan (Annusavice, 2012).

Perbandingan powder dan liquid GIC tergantung dari pabrik. Paper pad digunakan untuk *mixing*. Serbuk harus dimasukkan dengan cepat ke dalam cairan menggunakan spatula untuk aplikasi restoratif dan logam atau spatula plastik untuk aplikasi luting. Waktu pencampuran tidak boleh melebihi 45 sampai 60 detik, tergantung pada produk yang digunakan. Selain dalam bentuk powder, GIC terdapat juga dalam bentuk kapsul. (Annusavice, 2012)

Keuntungan bentuk kapsul ialah : rasio bubuk dan cairannya konsisten, sehingga menghasilkan waktu pengadukan dan pengerasan yang standar serta

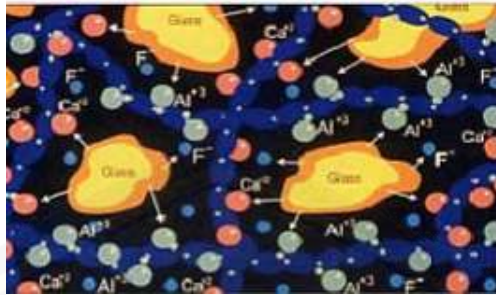
menjamin sifat fisik yang optimal. Keuntungan yang lain ialah bentuk kapsul juga berfungsi sebagai syringe untuk menempatkan adonan ke dalam kavitas gigi. *Quality control* dari pabrik biasanya sangat baik, tetapi harus dijaga agar pada waktu mengaktifkan kapsul, semua cairan harus masuk kedalam bubuk. Selain itu yang harus diperhatikan ialah petunjuk pabrik mengenai lama pengadukan dengan mesin pengaduk.

Campuran *restorative cement* diletakkan menggunakan *plastic instrument* atau dengan disuntikkan pada permukaan gigi. Selama *initial set*, permukaan harus ditutup dengan *plastic matrix*. Langkah terakhir, restorasi GIC harus dilapisi dengan *protective agent* agar terhindar dari pengaruh lingkungan. Jika tidak, akan mengakibatkan *chalky* atau *crazed* pada permukaan. (Annusavice, 2012)

#### 2.3.6 Reaksi *Setting Glass Ionomer Cement* (GIC)

Reaksi pengerasan dimulai saat cairan asam *polielektrolit* berkontak dengan permukaan kaca *aluminosilikat* yang kelak akan menghasilkan pelepasan sejumlah ion. GIC mengalami 3 fase reaksi pengerasan yang berbeda dan saling *overlapping*. Fase pertama adalah fase pelepasan ion yang diawali reaksi ionisasi radikal karboksil (COOH) yang terdapat dalam rantai asam (asam poliakrilat) menjadi ion COO<sup>-</sup> (ion karboksilat) dan ion H<sup>+</sup>. Ion H<sup>+</sup> bereaksi pertama kali pada permukaan partikel kaca menyebabkan terlepasnya ion-ion seperti Ca<sup>2+</sup> dan Na<sup>+</sup> ke dalam cairan. Kemudian ion H<sup>+</sup> tersebut berpenetrasi kembali hingga mencapai struktur yang kurang terorganisasi menyebabkan terlepasnya ion Al<sup>3+</sup>. Saat fase ini, dilepaskan panas dengan suhu berkisar antara 3° C sampai 7° C. Semakin besar rasio bubuk dan cairan GIC maka panas yang dilepaskan akan semakin besar (Annusavice, 2012).





Gambar 2.3 Reaksi Awal Asam-Basa diantara Komponen-Komponen Bubuk Kaca dan Cairan Poliasam. Permukaan Partikel Kaca Terlarut oleh Asam-asam, Sehingga Melepaskan Ion Ca, Al, dan F (Albers, 2002).

Selama tahap awal tersebut terjadi, GIC berikatan dengan struktur gigi. Secara fisik GIC terlihat berkilau. Penempatan pada struktur gigi harus dilakukan pada fase ini karena matriks poliasam bebas yang dibutuhkan untuk perlekatan ke gigi tersedia dalam jumlah yang maksimum. Pada tahap akhir dari fase pelepasan ion ini yang ditandai dengan hilangnya tampilan berkilau GIC, matriks poliasam bebas bereaksi dengan kaca sehingga kurang mampu berikatan dengan struktur gigi atau struktur lainnya (Annusavice, 2012).

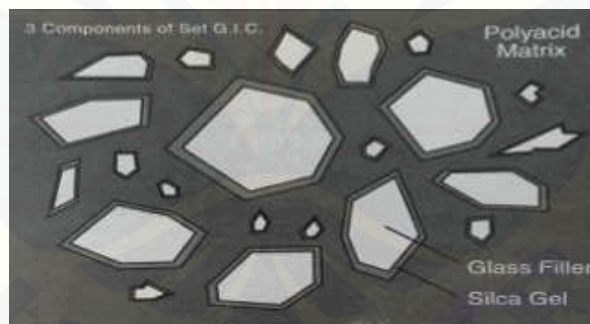
Fase kedua dari reaksi pengerasan GIC adalah fase *hidrogel*. Fase *hidrogel* terjadi 5 sampai 10 menit setelah pencampuran dilakukan. Selama fase ini, ion-ion kalsium yang dilepas dari permukaan kaca akan bereaksi dengan rantai poliasam *polianionik* yang bermuatan negatif untuk membentuk ikatan silang ionik. Pada fase *hidrogel* ini mobilitas rantai polimer berkurang sehingga menyebabkan terbentuknya gelasi awal matriks ionomer. Selama fase *hidrogel* berlangsung, permukaan GIC harus dilindungi dari lingkungan yang lembab dan kering karena ion kalsium yang bereaksi dengan rantai poliasam polianionik mudah larut dalam air. Jika GIC tidak dilindungi, maka ikatan silang ionik yang mudah larut tersebut akan melemahkan GIC secara keseluruhan dan terjadi penurunan derajat translusensi sehingga turut mempengaruhi estetika (Annusavice, 2012).

Pada fase *hidrogel* ini, GIC memiliki bentuk yang keras dan opak. Opasitas tersebut disebabkan adanya perbedaan yang besar pada indeks refraksi antara filler

kaca dan matriks. Opasitas GIC ini sifatnya sementara dan akan menghilang selama reaksi pengerasan akhir terjadi (Annusavice, 2012).

Fase terakhir adalah gel poligaram, yang terjadi ketika GIC mencapai pengerasan akhir dan dapat berlanjut selama beberapa bulan. Matriks yang terbentuk akan menjadi *mature* ketika ion-ion aluminium yang pelepasannya dari permukaan kaca lebih lambat terikat ke dalam campuran semen membantu membentuk *hidrogel* poligaram yang menyebabkan semen menjadi lebih kaku. Fase gel poligaram ini menyebabkan GIC terlihat lebih menyerupai gigi, disebabkan indeks refraksi gel silika yang mengelilingi *filler* kaca hampir sama dengan matriks. Hal tersebut menyebabkan berkurangnya penyebaran cahaya dan opasitas. Jika GIC masih terlihat opak, maka hal tersebut mengindikasikan bahwa gel poligaram tidak terbentuk disebabkan karena adanya kontaminasi air (Annusavice, 2012).

GIC yang telah mengeras secara sempurna terdiri atas tiga komponen, yaitu kaca pengisi, gel silika, dan matriks poliasam. Kaca pengisi yang dilapisi oleh gel silika akan terendam di dalam matriks poliasam (Annusavice, 2012).



Gambar 2.4 Potongan Melintang yang Menunjukkan Perbedaan Komponen dari GIC yang Telah Mengeras Sempurna (Albers, 2002).

### 2.3.7 Glass Ionomer Fuji IX

*Glass Ionomer Fuji IX* adalah salah satu produk bahan restorasi gigi dari Tokyo, Jepang. Bahan ini berdasarkan pada reaksi bubuk kaca silikat dan asam polialkenoat yang merupakan tambahan dari golongan dental semen berbasis air dan terdiri dari *silicate cement*, *zinc phosphate cement* dan *zinc polycarboxylate cement*. *Glass ionomer* konvensional terdiri dari *fluoroaluminosilicate glass*, biasanya

dalam garam stronsium atau kalsium dan cairan asam polialkenoat, sebagai contoh poliakrilik, maleat, itakonik dan asam trikarbalilik. Bahan konvensional dibuat dengan reaksi unsur asam antara cairan asam dan bubuk dasar.

Pada salah satu kandungan yang dimiliki *glass ionomer cement Fuji IX* yaitu strontium yang merupakan suatu kandungan logam yang dapat menambah kekuatan tekan, dimana untuk menambah kekuatan tekan suatu bahan restorasi glass ionomer cement dapat dilakukan penambahan partikel-partikel logam.

Adapun keunggulan dari bahan restorasi *glass ionomer Fuji IX* antara lain:

1. Mempunyai kekuatan kompresi yang tinggi.
2. Bersifat adhesi.
3. Tidak iritatif.
4. Mengandung fluor sehingga mampu melepaskan bahan fluor untuk mencegah karies lebih lanjut.
5. Mempunyai sifat penyebaran panas yang sedikit.
6. Daya larut yang rendah.
7. Bersifat translusent atau tembus cahaya.
8. Perlekatan bahan ini secara fisika dan kimiawi terhadap jaringan dentin dan email.

Walaupun memiliki beberapa kelebihan, *glass ionomer Fuji IX* sebagai *glass ionomer* konvensional memiliki sifat mekanik yang lebih rendah dibandingkan dengan sifat mekanis *resin glass ionomer*. *Glass ionomer* konvensional seperti *glass ionomer Fuji IX* memiliki kekuatan dan *flexural strenght* yang lebih rendah dibandingkan dengan *glass ionomer* modifikasi resin nano.

## **2.4 Saliva Buatan**

### **2.4.1 Definisi Saliva Buatan**

*Saliva* buatan adalah bahan yang disiapkan di laboratorium dengan konsentrasi ion hampir mirip dengan plasma darah manusia (Chavan, 2010). *Saliva*

buatan dikembangkan awalnya untuk mengevaluasi permukaan perubahan struktural kaca-keramik yang digunakan untuk memproduksi tulang buatan, tulang ileum, akar gigi, dan bahan bioaktif yang digunakan untuk memperbaiki jaringan keras seperti tulang telinga tengah buatan dan implan rahang atas (Marques, 2011).

Hampir tidak mungkin untuk membuat air liur manusia karena karakteristik khususnya. Air liur adalah campuran dari cairan yang disekresikan oleh beberapa kelenjar ludah secara terus menerus dan dapat dipengaruhi oleh waktu, pola makan, dan sebagainya. Air liur yang sehat dalam rongga mulut memiliki pH antara 6,7 dan 7,4, tetapi dapat turun di bawah 5 ketika mengkonsumsi permen, minuman berkarbonasi, buah, dan makanan yang asam lainnya. Beberapa obat seperti *beta blocking agent*, nitrat, dan diuretik, serta merokok tembakau juga dapat mengurangi pH *saliva* (Marques, 2011).

#### 2.4.2 Komposisi *Saliva* Buatan

*Saliva* buatan memiliki komposisi mirip dengan *saliva* pada manusia seperti pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Komposisi Ionik *Saliva* Buatan Berdasarkan Metode Afnor (Marques, 2011).

<b>Ion</b>	<b><i>Saliva</i> Buatan (gr/L)</b>
KCl	1,2
NaCl	0,7
NaHCO <sub>3</sub>	1,5
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,26
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,2
Urea	0,13
KSCN	0,33
<b><i>Properties</i></b>	
pH	6,8

## 2.5 Kemampuan Daya Serap

### 2.5.4 Definisi Kemampuan Daya Serap

Kemampuan daya serap adalah kemampuan produk dalam menyerap air secara maksimal. Artinya semakin besar presentase kemampuan daya serapnya maka semakin besar pula air yang diserap (Jatmiko, 2014).

### 2.5.5 Macam Daya Serap

Daya serap terdiri atas dua macam proses yaitu :

#### a. Absorpsi fisik

Absorpsi fisik merupakan absorpsi dimana gas terlarut dalam cairan penyerap tidak disertai dengan reaksi kimia. Contoh absorpsi ini adalah absorpsi gas  $H_2S$  dengan air, metanol, propilen, dan karbonat. Penyerapan terjadi karena adanya interaksi fisik, difusi gas ke dalam air, atau pelarutan gas ke fase cair.

#### b. Absorpsi kimia

Absorpsi kimia merupakan absorpsi dimana gas terlarut didalam larutan penyerap disertai dengan adanya reaksi kimia. Contoh absorpsi ini adalah absorpsi dengan adanya larutan MEA, NaOH,  $K_2CO_3$ , dan sebagainya. Aplikasi dari absorpsi kimia dapat dijumpai pada proses penyerapan gas  $CO_2$  pada pabrik amoniak. Penggunaan absorpsi kimia pada fase kering sering digunakan untuk mengeluarkan zat terlarut secara lebih sempurna dari campuran gasnya. Keuntungan absorpsi kimia adalah meningkatnya koefisien perpindahan massa gas, sebagian dari perubahan ini disebabkan makin besarnya luas efektif permukaan. Absorpsi kimia dapat juga berlangsung di daerah yang hampir stagnan disamping penangkapan dinamik (Aiache, 1993).

### 2.5.3 Mekanisme Daya Serap

Daya serap bahan polimer terdiri atas tiga mekanisme, yaitu difusi, kapilaritas, dan masuk kedalam *microcracks*. Dari keetiga mekanisme tersebut, difusi merupakan

mekanisme utama dalam penyerapan. Difusi adalah peristiwa mengalirnya atau berpindahya suatu zat dalam pelarut dari bagian berkonsentrasi tinggi ke bagian yang berkonsentrasi rendah karena energi kinetiknya sendiri sampai terjadi keseimbangan dinamis. Contoh yang sederhana adalah pemberian gula pada cairan teh tawar. Lambat laun cairan menjadi manis. Contoh lain adalah uap air dari cerek yang berdifusi dalam udara. Difusi yang paling sering terjadi adalah difusi molekuler. Difusi ini terjadi jika terbentuk perpindahan dari sebuah lapisan (*layer*) molekul yang diam dari solid atau fluida.

Difusi melalui membran dapat berlangsung melalui tiga mekanisme, yaitu difusi sederhana (*simple diffusion*), difusi melalui saluran yang terbentuk oleh protein transmembran (*simple diffusion by channel formed*), dan difusi difasilitasi (*facilitated diffusion*). Difusi melalui membrane berlangsung karena molekul-molekul yang berpindah atau bergerak melalui membran bersifat larut dalam lemak (lipid) sehingga dapat menembus lipid bilayer pada membran secara langsung. Membran sel permeabel terhadap molekul larut lemak seperti hormon steroid, vitamin A, D, E, dan K serta bahan-bahan organik yang larut dalam lemak, Selain itu, membran sel juga sangat permeabel terhadap molekul anorganik seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $HO$ , dan  $H_2O$ . Beberapa molekul kecil khusus yang terlarut dalam serta ion-ion tertentu, dapat menembus membran melalui saluran atau channel. Saluran ini terbentuk dari protein transmembran, semacam pori dengan diameter tertentu yang memungkinkan molekul dengan diameter lebih kecil dari diameter pori tersebut dapat melaluinya.

Sementara itu molekul-molekul berukuran besar seperti asam amino, glukosa, dan beberapa garam-garam mineral tidak dapat menembus membrane secara langsung, tetapi memerlukan protein pembawa atau transporter untuk dapat menembus membrane. Proses masuknya molekul besar yang melibatkan transporter dinamakan difusi difasilitasi, yaitu pelaluan zat melalui rmembran plasrna yang melibatkan protein pembawa atau protein transporter. Protein transporter tergolong protein transmembran yang memiliki tempat perlekatan terhadap ion atau molekul

yang akan ditransfer ke dalam sel. Setiap molekul atau ion memiliki protein transporter yang khusus, misalnya untuk tempat dilalui suatu molekul glukosa diperlukan protein transporter yang khusus untuk mentransfer glukosa ke dalam sel.

## 2.6 Kehilangan Berat

Kehilangan berat merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan laju korosi. Prinsip dasar pengujian ini adalah dengan menghitung kehilangan berat yang terjadi pada suatu sampel yang telah ditimbang, kemudian direndam pada larutan selama beberapa waktu dan kemudian dilakukan pembersihan untuk membersihkan produk korosinya lalu ditimbang kembali. Sehingga didapatkan berat sebelum dan sesudah perendaman. Kehilangan berat yang terjadi kemudian dikonversikan kedalam rumus tertentu (Basuki, 2012).

## 2.7 Tebu

### 2.7.1 Asal Tanaman Tebu

Tebu merupakan tanaman yang berasal dari India, namun banyak juga literatur yang menyatakan bahwa tebu berasal dari Polynesia. Meski demikian, menurut Nikolai Ivanovich Vavilov, seorang ahli botani Soviet, yang telah melakukan ekspedisi pada 1887-1942 ke beberapa daerah di Asia, Eropa, Afrika, Amerika Selatan, dan seluruh Uni Soviet memastikan bahwa sentrum utama asal tanaman ini adalah India dan Indo-Malaya (Ahira, 2009).

Hasil ekspedisi Vavilov menyimpulkan bahwa India merupakan daerah asal tanaman padi, tebu, dan sejumlah besar *Leguminosae* serta buah-buahan. Dari sentrum utama asal tebu di India dan Indo-Malaya, kemudian ditanam meluas secara komersial di berbagai Negara di dunia, baik yang iklimnya tropis maupun yang iklimnya sub-tropis. Negara-negara penghasil gula tebu di dunia, antara lain: India, Kuba, Puerto Rico, Brasil, Philipina, Taiwan, Hawaii, Argentina, Peru, Louisiana, Australia, dan Indonesia (Ahira, 2009).

Di Indonesia, komoditas tebu memiliki sejarah panjang dan berubah-ubah. Sentrum penanaman tebu di Indonesia mulanya terpusat di Pulau Jawa, yang dirintis waktu kolonialisasi Belanda. Penanaman tebu diberlakukan secara paksa dan perdagangan gulanya dimonopoli oleh Belanda.

Pascakolonialisasi Belanda, pengembangan tebu pada umumnya dalam bentuk perkebunan swasta yang didominasi oleh orang-orang Tionghoa. Dalam beberapa tahun terakhir, pengembangan tanaman tebu makin meluas ke berbagai daerah, termasuk dikeluarkannya kebijakan pemerintah untuk pengembangan industri gula di Kawasan Timur Indonesia (KTI) (Ahira, 2009).

#### 2.7.2 Klasifikasi Tanaman Tebu

Berikut merupakan klasifikasi botani tanaman tebu (Plantamor, 2012) :

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (menghasilkan biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Liliopsida</i> (berkeping satu/monokotil)
Sub Kelas	: <i>Commelinidae</i>
Ordo	: <i>Poales</i>
Famili	: <i>Poaceae</i> (suku rumput-rumputan)
Genus	: <i>Saccharum</i>
Spesies	: <i>Saccharum officinarum</i> L.





Gambar 2.5. Tanaman Tebu (Plantamor, 2012)

### 2.7.3 Morfologi Tanaman Tebu

Tanaman tebu memiliki morfologi yang tidak jauh berbeda dengan tumbuhan yang berasal dari famili rumput-rumputan. Tanaman ini memiliki ketinggian sekitar 2-5 meter. Morfologi tanaman tebu secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi 4 bagian, yaitu :

- a. Akar : berbentuk serabut, tebal dan berwarna putih.
- b. Batang : berbentuk ruas-ruas yang dibatasi oleh buku-buku, penampang melintang agak pipih, berwarna hijau kekuningan.
- c. Daun : berbentuk pelepah, panjang 1-2 m, lebar 4-8 cm, permukaan kasar dan berbulu, berwarna hijau kekuningan hingga hijau tua.
- d. Bunga : berbentuk bunga majemuk, panjang sekitar 30 cm.

Pada bagian pangkal sampai pertengahan batang meemiliki ruas yang panjang, sedangkan pada bagian pucuk memiliki ruas yang pendek. Pada bagian pucukbatang terdapat titik tumbuh yang penting untuk pertumbuhan meninggi. Selain itu juga terdapat lapisan berlilin dibagian bawah ruas dan pada ruas dibagiann pucuk batang. Daun tanaman tebu merupakan jenis daun tidak lengkap karena terdiri dari helaian daun dan pelepah saja. Sendi segitiga terdapat diantara pelepah daun dan helaian daun. Pada bagian sisi dalamnya terdapat lidah daun yang membatasi antara helaian

daun dan pelepah daun. Warna daun tebu bermacam-macam, ada yang hijau tua, hijau kekuningan, merah keunguan dan lain-lain. Ujung daun tebu meruncing dan tepinya bergerigi. Bunga tebu merupakan malai yang berbentuk piramida yang terdiri dari 3 helai daun tajuk bunga, 1 bakal buah, dan 3 benang sari. Kepala putiknya berbentuk bulu (Putri, 2010).

Tanaman tebu memiliki akar serabut yang dapat dibedakan menjadi akar primer dan akar sekunder. Akar primer adalah akar yang tumbuh dari mata akar buku tunas stek batang bibit. Karakteristik akar primer yaitu halus dan bercabang banyak. Sedangkan akar sekunder adalah akar yang tumbuh dari mata akar dalam buku tunas yang tumbuh dari stek bibit, bentuknya lebih besar, lunak dan sedikit bercabang (James, 2004).

#### 2.7.4 Ampas Tebu

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*saccharum officinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan kandungan airnya pada industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*). Rata-rata ampas yang diperoleh dari proses penggilingan tebu adalah sebesar 32%. Produksi tebu di Indonesia pada tahun 2007 sebesar 21 juta ton, sehingga potensi ampas yang dihasilkan sekitar 6 juta ton ampas per tahun. Selama ini hampir di setiap pabrik gula tebu menggunakan ampas sebagai bahan bakar boiler (Akhinov, 2010).

Kebutuhan energi di pabrik gula dapat dipenuhi oleh sebagian ampas dari gilingan akhir. Sebagai bahan bakar ketel, jumlah ampas dari stasiun gilingan adalah sekitar 30% berat tebu dengan kadar air sekitar 50 %. Berdasarkan bahan kering, ampas tebu adalah terdiri dari unsur C (*Carbon*) 47%, H (*Hydrogen*) 6,5%, O (*Oxygen*) 44 % dan abu (*Ash*) 2,5% (Akhinov, 2010).

### 2.7.5 Kandungan Ampas Tebu

Bagasse atau ampas tebu adalah zat padat dari tebu yang diperoleh sebagai sisa dari pengolahan tebu pada industri pengolahan gula pasir. Bagasse mengandung air 48-52%, gula 3,3% dan serat 47,7%. Berdasarkan data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), ampas tebu (bagasse) yang dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu yang digiling. Hasil analisa XRF terhadap abu bagasse diketahui bahwa dalam abu *bagasse* mengandung mineral-mineral yang berupa Si, K, Ca, Ti, V, Mn, Fe, Cu, Zn dan P. Kandungan yang paling besar dari mineral-mineral tersebut adalah silikon (Si) sebesar 55,5% (Akhinov, 2010).

### 2.7.6 Abu Ampas Tebu

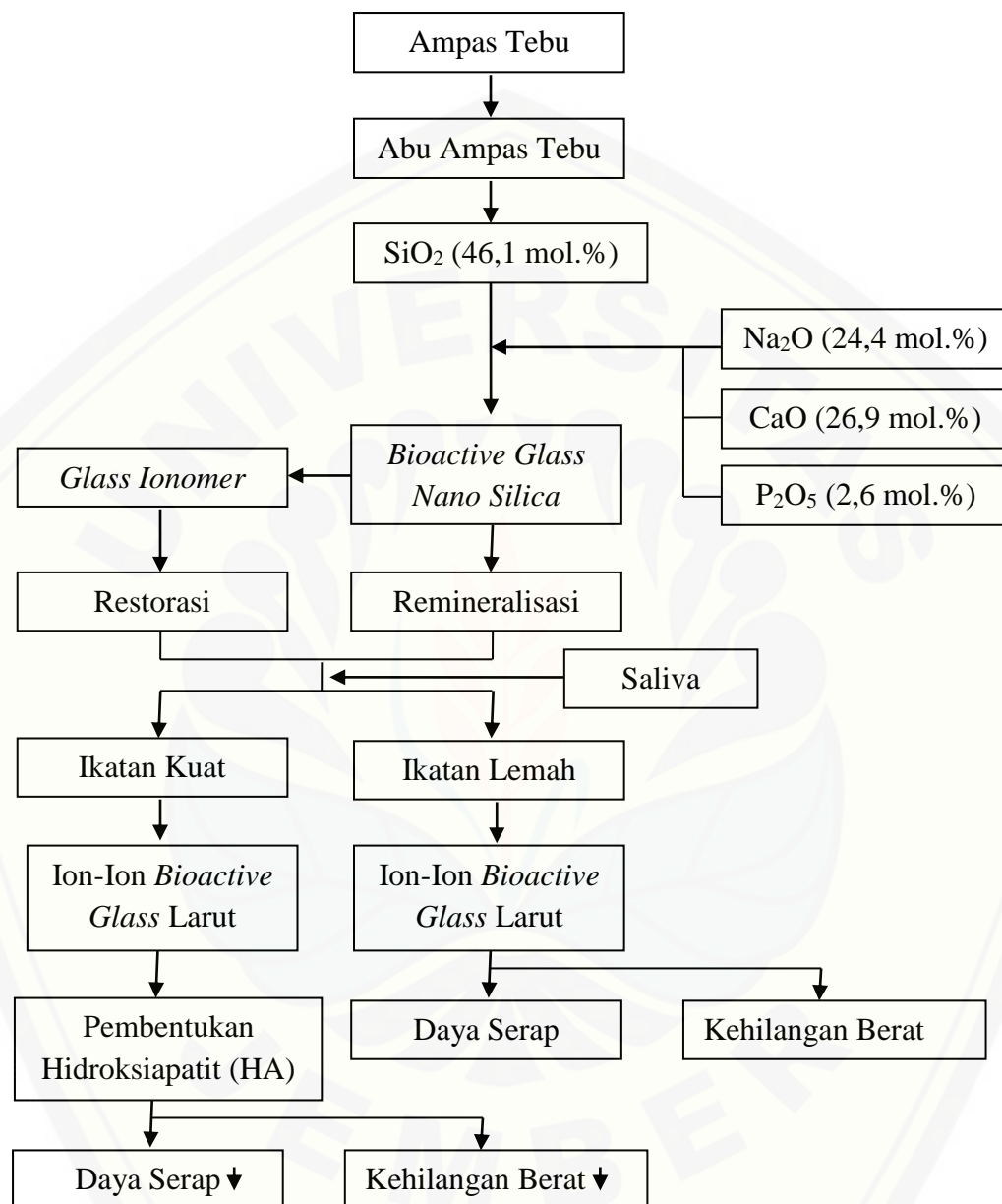
Abu pembakaran ampas tebu merupakan hasil perubahan secara kimiawi dari pembakaran ampas tebu murni. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan boiler dengan suhu mencapai 550-600°C dan lama pembakaran setiap 4-8 jam dilakukan pengangkutan atau pengeluaran abu dari dalam boiler, karena jika dibiarkan tanpa dibersihkan akan terjadi penumpukan yang akan mengganggu proses pembakaran ampas tebu berikutnya (Akhinov, 2010).

Komposisi kimia dari abu ampas tebu terdiri dari beberapa senyawa yang dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu (Akhinov, 2010)

Senyawa Kimia	Presentase (%)
SiO <sub>2</sub>	71
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,8
CaO	3,4
MgO	0,3
K <sub>2</sub> O	8,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,0
MnO	0,2

## 2.8 Kerangka Konsep



## 2.9 Hipotesis

- a. Terdapat sifat daya serap yang lebih rendah pada *glass ionomer* yang ditambahkan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu dibandingkan dengan *glass ionomer* tanpa penambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu.
- b. Perendaman pada saat *setting* sempurna (24 jam) mempunyai sifat daya serap yang lebih rendah dibandingkan dengan dengan perendaman pada saat *setting* awal (5 menit).
- c. Terdapat sifat kehilangan berat yang lebih rendah pada *glass ionomer* yang ditambahkan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu dibandingkan dengan *glass ionomer* tanpa penambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu.
- d. Perendaman pada saat *setting* sempurna (24 jam) mempunyai sifat kehilangan berat yang lebih rendah dibandingkan dengan dengan perendaman pada saat *setting* awal (5 menit).

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratoris *in vitro* dengan rancangan *the post test with control group design*, yaitu melakukan pengamatan atau pengukuran sebelum dan setelah perlakuan dan dibandingkan dengan kelompok kontrol (Notoatmojo, 2005).

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai Oktober 2016.

### 3.3 Variabel Penelitian

#### 3.3.1 Variabel Bebas

- a. Penambahan 0,04 wt% bahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu pada bubuk *glass ionomer*.
- b. Perendaman pada saat *setting* awal (5 menit) dan pada saat *setting* sempurna (24 jam).

#### 3.3.2 Variabel Terikat

- a. Sifat daya serap bahan *glass ionomer* dengan tambahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu.
- b. Sifat kehilangan berat bahan *glass ionomer* dengan tambahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu.

### 3.3.3 Variabel Terkontrol

- a. *Bioactive glass nano silica* berasal dari abu ampas tebu.
- b. Metode pembuatan *bioactive glass nano silica* dengan metode sol-gel.
- c. Penambahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu pada bubuk *glass ionomer* adalah sebanyak 0,04 wt%.
- d. Jenis *saliva* buatan menggunakan metode Afnor.
- e. Waktu penghitungan daya serap dan kehilangan berat bahan *bioactive glass nano silica*.

## 3.4 Definisi Operasional

### 3.4.1 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu (*beggase*) adalah abu yang berasal dari abu ampas tebu yang diperoleh dari sisa hasil pengolahan tebu sebagai gula yang dikeringkan, dipotong, dihaluskan dan dipanaskan pada suhu 900°C selama 48 jam kemudian disaring dengan ayakan 200 mesh.

### 3.4.2 *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu

*Bioactive glass nano silica* adalah bahan *bioactive glass nano silica* yang dibuat menggunakan metode sol-gel dan berasal dari abu ampas tebu yang digunakan untuk menginduksi pembentukan hidroksiapatit.

### 3.4.3 Daya Serap

Daya serap adalah kemampuan *glass ionomer* dengan tambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu untuk menyerap air secara maksimal dan diukur setelah sampel dilakukan perendaman pada *saliva* buatan pada saat *setting* awal dan *setting* sempurna selama 7x24 jam dan diukur kembali setelah didiamkan selama 12 jam pada suhu 37°C, kemudian dimasukkan kedalam rumus kemampuan daya serap.

#### 3.4.4 Kehilangan Berat

Kehilangan berat adalah kehilangan berat *glass ionomer* dengan tambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu dengan pengukuran yang dilakukan sebelum perendaman pada *saliva* buatan pada saat *setting* awal dan *setting* sempurna selama 7x24 jam dan setelah didiamkan selama 12 jam pada suhu 37°C, kemudian dimasukkan kedalam rumus kehilangan berat.

#### 3.4.5 *Saliva* Buatan

*Saliva* buatan adalah bahan yang disiapkan di Laboratorium dengan konsentrasi ion hampir mirip dengan *saliva* pada manusia yang digunakan dengan menggunakan metode Afnor.

### 3.5 Sampel Penelitian

#### 3.5.1 Kriteria Sampel Penelitian

- Sampel berasal dari campuran bubuk *glass ionomer* yang ditambahkan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu.
- Sampel dalam bentuk silinder padatan dengan diameter 5mm dan tinggi 4mm.

#### 3.5.2 Besar Sampel Penelitian

Jumlah sampel yang digunakan pada penilaian ini menggunakan rumus (Budiarto, 2002) :

$$n = \frac{z^2 \cdot \sigma^2}{d^2}$$

$$n = \frac{1,96^2 \cdot \sigma^2}{\sigma^2}$$

$$n = \frac{1,96^2 \cdot \sigma^2}{\sigma^2}$$

$$n = 1,96^2$$

$$n = 4$$



Keterangan :

$n$  = Besar sampel minimum

$\sigma$  = Standart deviasi sampel

$d$  = Kesalahan yang masih dapat di toleransi, diasumsikan  $d = \sigma$

$z$  = Konstanta pada tingkat kesalahan tertentu, jika  $\alpha = 0,05$  maka  $z = 1,96$

Penelitian ini menggunakan 4 buah sampel dari masing-masing kelompok kontrol menggunakan bahan *glass ionomer* dan 4 buah sampel dari masing-masing kelompok perlakuan menggunakan bahan *glass ionomer* yang dicampurkan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica*. Semua sampel berbentuk silinder dengan diameter 5 mm dan tinggi 4 mm.

### 3.5.3 Pengelompokan Sampel

Sampel dikelompokkan menjadi 2 kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan sebagai berikut :

- a. Kelompok Kontrol 1 (GI5) : Perendaman bahan *glass ionomer* pada *setting* awal (5 menit) ke *saliva* buatan.
- b. Kelompok Kontrol 2 (GI24) : Perendaman bahan *glass ionomer* setelah *setting* sempurna (24 jam) ke *saliva* buatan.
- c. Kelompok Perlakuan 1 (GIBAG5) : Perendaman bahan *glass ionomer* yang dicampurkan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* pada *setting* awal (5 menit) ke *saliva* buatan.
- d. Kelompok Perlakuan 2 (GIBAG24) : Perendaman bahan *glass ionomer* yang dicampurkan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* pada *setting* sempurna (24 jam) ke *saliva* buatan.

### 3.6 Alat dan Bahan

#### 3.6.1 Alat Penelitian

- a. Ayakan 200 mesh (MBS, Indonesia)
- b. Oven (Memmert, UL 40, *Germany*)
- c. *Muffle Furnace* (*Haraeus, Germany*)
- d. Pengaduk magnet (*Wisestir, Daihan Scientific*)
- e. Desikator
- f. Timbangan
- g. Sendok pengaduk
- h. pH Meter
- i. Wadah plastik
- j. Wadah porselen 30 ml, 35 ml, 70 ml
- k. Mortar dan alu
- l. *Beaker* 200 ml, 250 ml, 400 ml, 500 ml, 1000 ml
- m. Tabung *Erlenmeyer* 250 ml, 500 ml, 1000 ml
- n. Gelas ukur 100 ml
- o. *Petridisk*
- p. Cetakan kuningan
- q. Spatula semen
- r. Spatula agate
- s. Mikropipet
- t. *Papper pad*
- u. Sendok alumunium kecil
- v. Corong kaca
- w. Pinset
- x. Pencapit *Stainless Stell*

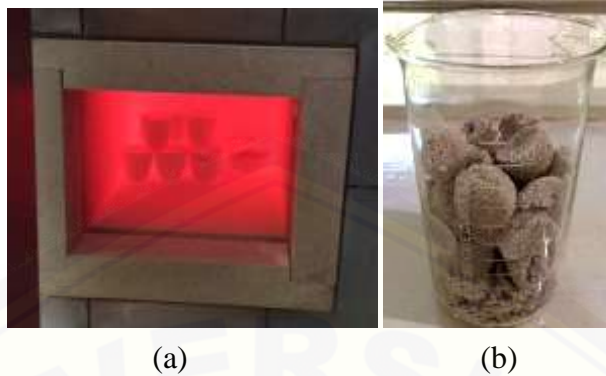
### 3.6.2 Bahan Penelitian

- a. Abu Ampas Tebu (*baggase*)
- b. HCl 0,1 M
- c. NaOH 2 N
- d. *Aquades*
- e. Etanol 96%
- f. HNO<sub>3</sub>
- g. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- h. Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O
- i. *Aluminium foil*
- j. Kertas saring *Whatman* no. 42
- k. *Reagen saliva* buatan (NaCl 0.7 g/L; KCl 1.2 g/L; Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.26 g/L; NaHCO<sub>3</sub> 1.5 g/L; KSCN 0.33 g/L; urea 1.3 g/L) (Aldea, 2007)
- l. Asam Poliakrilat
- m. *Glass Ionomer Fuji IX*

## 3.7 Cara Kerja

### 3.7.1 Pembuatan *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu.

- a. Ampas tebu dikeringkan di bawah sinar matahari selama 1x24 jam.
- b. Setelah itu dipotong kecil-kecil, dimasukkan ke dalam wadah porselen, dipanaskan dalam furnace dengan suhu 900°C selama 2x24 jam dan digerus sehingga menjadi abu ampas tebu.



Gambar 3.1 (a) Pemanasan Ampas Tebu dalam Furnice pada Suhu  $900^{\circ}\text{C}$  Selama  $2 \times 24$  Jam. (b) Abu Ampas Tebu yang Didapat (Dokumentasi Pribadi).  
c. Abu yang didapat diayak dengan ayakan 200 mesh.



Gambar 3.2 Pengayakan Abu Ampas Tebu Menggunakan Ayakan 200 Mesh (Dokumentasi Pribadi).

- d. 25 gram abu hasil ayakan dicampurkan dengan 150 ml HCl 0,1 M dan diaduk konstan menggunakan pengaduk magnet selama 1 jam.
- e. Setelah itu didiamkan selama 12 jam.
- f. Melakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring *Whatman* nomor 42 yang diletakkan pada corong kaca dan dimasukkan dalam gelas *beaker* hingga didapat filtrat abu bersih.



Gambar 3.3 Penyaringan Menggunakan Kertas Saring *Whatman* nomor 42 (Dokumentasi Pribadi).

- g. Netralisasi bahan menggunakan *aquades* hingga mencapai pH 7 dengan dikontrol menggunakan pH meter.
- h. Filtrat dipindahkan ke wadah yang dilapisi *aluminium foil* dan dipanaskan di oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam.
- i. Hasil pemanasan lalu digerus dan diambil 10 gram abu dan dicampur dengan 60 ml NaOH 2N dengan pengadukan konstan menggunakan pengaduk magnet selama 1 jam.
- j. Melakukan penyaringan dengan kertas *Whatman* no 42 hingga mendapatkan filtrat berupa natrium silikat.
- k. Filtrat natrium silikat kemudian dikeringkan pada suhu  $110^{\circ}$  selama 2 jam menggunakan kertas saring *Whatman* no. 42 untuk menghasilkan padatan natrium silikat.



Gambar 3.4 Padatan Natrium Silikat (Dokumentasi Pribadi).

- l. 5 gram natrium silikat dicampur dengan 15 ml *aquades* dalam tabung *erlenmeyer* dan diaduk menggunakan pengaduk magnet sampai terlarut seluruhnya.
- m. Tambahkan 2,5 ml etanol sebagai pelarut dan tetap diaduk.
- n. Tambahkan  $\text{HNO}_3$  untuk mempercepat reaksi tetes demi tetes hingga pH normal.
- o. Tambahkan 0,5 gram  $\text{P}_2\text{O}_5$  (*phosporus pentoxide*) dan tetap diaduk selama 45 menit.
- p. Tambahkan 4,1 gram  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  (*calcium nytrat tetrahydrat*) dan tetap diaduk selama 45 menit.
- q. Pengadukan terakhir dilakukan 1 jam sampai terbentuk gel.
- r. Gel tersebut kemudian didiamkan selama 5x24 jam dalam temperatur ruang supaya terjadi proses kondensasi.
- s. Gel dikeringkan pada suhu  $60^\circ \text{C}$  selama 3x24 jam dan dilanjutkan pengeringan pada suhu  $600^\circ \text{C}$  selama 5 jam.



Gambar 3.5 Gel Setelah Dikeringkan pada Suhu  $60^\circ \text{C}$  Selama 3x24 Jam (Dokumentasi Pribadi).

- t. Melakukan pemanasan akhir pada suhu  $900^\circ \text{C}$  selama 5 jam untuk membentuk struktur semi-kristalin.



Gambar 3.6 *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu (Dokumentasi Pribadi).

- u. *Bioactive glass* digerus dan diayak menggunakan ayakan 200 mesh.

### 3.7.2 Pembuatan *Saliva* Buatan dengan Metode Afnor.

- a. Siapkan 500 ml *aquades* dalam tabung *erlenmeyer* 1000 ml.
- b. Tambahkan satu persatu *reagen* yang digunakan untuk pembuatan *saliva* buatan.
- c. Memasukkan magnet dan dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnet hingga semua *reagen* terlarut.
- d. Tambahkan 500 ml *aquades*.
- e. Melakukan pengecekan pH dengan pH meter.
- f. Atur pH larutan menjadi 6,8.
- g. Apabila pH larutan lebih dari 6,8 ditambahkan HCl 5 M tetes demi tetes hingga menjadi 6,8.
- h. Apabila pH larutan kurang dari 6,8 ditambahkan NaOH 5 M tetes demi tetes hingga menjadi 6,8 (Aldea, 2007).

### 3.7.3 Daya Serap dan Kehilangan Berat

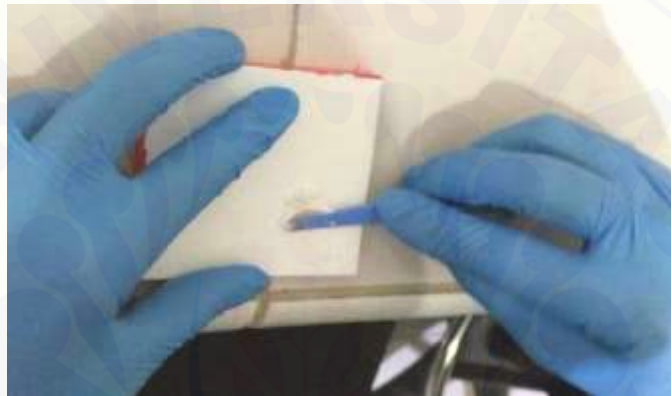
#### 3.7.3.1 Pembuatan Bubuk *Glass Ionomer* dengan Penambahan 0,04 wt% *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu.

- a. Timbang 2,5 gram bubuk *glass ionomer Fuji IX*.
- b. Timbang 10 mg bubuk *bioactive glass nano silica*.

- c. Semua bahan dimasukkan ke dalam botol kaca dan dilakukan pencampuran dengan digoyang-goyangkan hingga tercampur merata.

#### 3.7.3.2 Pencetakan Sampel *Glass Ionomer*.

- a. Ambil 1 sendok peres *glass ionomer* dengan 1 tetes asam poliakrilat dan dilakukan pencampuran menggunakan *spatula agate* dengan teknik melipat dan menekan diatas *papper pad* hingga didapatkan konsistensi dempul mengkilap.



Gambar 3.7 Pencampuran *Glass Ionomer* dengan Asam Poliakrilat (Dokumentasi Pribadi).

- b. Memasukkan bahan ke dalam cetakan kuningan berbentuk silinder dengan diameter 5 mm dan tebal 4 mm hingga memenuhi cetakan.



Gambar 3.8 Cetakan Berbentuk Silinder Diisi dengan *Glass Ionomer* (Dokumentasi Pribadi).



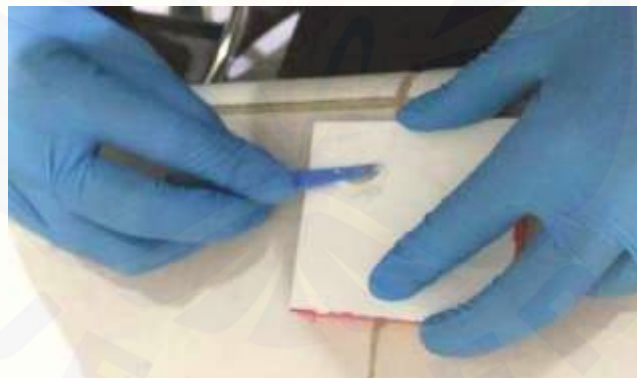
- c. Setelah *setting* awal (5 menit), 4 sampel dikeluarkan dari cetakan untuk mendapatkan sampel kelompok GI5 dan 4 sampel lainnya dikeluarkan setelah *setting* sempurna (24 jam) untuk mendapatkan sampel kelompok GI24.



Gambar 3.9 Pandangan Atas Sampel Setelah Dikeluarkan dari Cetakan (Dokumentasi Pribadi).

### 3.7.3.3 Pencetakan Sampel *Glass Ionomer* dengan Tambahan 0,04 wt% *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu.

- a. Mencampurkan 1 sendok peres *glass ionomer* dengan tambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu dengan 1 tetes asam poliakrilat menggunakan *spatula agate* dengan teknik melipat dan menekan diatas *paper pad* hingga didapatkan konsistensi dempul mengkilap.



Gambar 3.10 Pencampuran *Glass Ionomer* dengan Tambahan 0,04 wt% *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu dengan Asam Poliakrilat (Dokumentasi Pribadi).

- b. Memasukkan bahan ke dalam cetakan kuningan berbentuk silinder dengan diameter 5 mm dan tebal 4 mm hingga memenuhi cetakan.



Gambar 3.11 Cetakan Berbentuk Silinder Diisi dengan *Glass Ionomer* dengan Tambahan 0,04 wt% *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu (Dokumentasi Pribadi).

- c. Setelah *setting* awal (5 menit), 4 sampel dikeluarkan dari cetakan untuk mendapatkan sampel kelompok GIBAG5 dan 4 sampel lainnya dikeluarkan setelah *setting* sempurna (24 jam) untuk mendapatkan sampel kelompok GIBAG24.



Gambar 3.12 Pandangan Atas Sampel *Glass Ionomer* dengan Tambahan 0,04 wt% *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu Setelah Dikeluarkan dari Cetakan (Dokumen Pribadi).

#### 3.7.3.4 Penghitungan Daya Serap dan Kehilangan Berat.

- Melakukan penghitungan diameter dan tinggi masing-masing sampel untuk mendapatkan volume dari masing-masing sampel.
- Masa sampel awal ditimbang dan dicatat ( $m_1$ ).

- c. Semua sampel dimasukkan ke dalam 1500  $\mu\text{l}$  *saliva* buatan didalam botol kaca ukuran 8 ml dan dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 37°C selama 7x24 jam.



Gambar 3.13 Perendaman Sampel pada *Saliva* Buatan (Dokumen Pribadi).

- d. Setelah 7x24 jam, permukaan sampel dibersihkan dari *saliva* buatan menggunakan kertas saring *Whatman* dan ditimbang ( $m_2$ ).
- e. Sampel dimasukkan ke dalam desikator kemudian dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 37°C selama 22 jam untuk menghilangkan *saliva* yang masuk ke dalam sampel dan untuk mendapatkan berat sampel yang stabil.
- f. Setelah 22 jam, desikator dikeluarkan dari inkubator dan didiamkan selama 2 jam kemudian ditimbang ( $m_3$ ).



Gambar 3.14 Pengukuran Berat Sampel (Dokumen Pribadi).

- g. Pengukuran daya serap ( $W_{sp}$ ) dan kehilangan berat ( $W_{sl}$ ) dihitung menggunakan rumus : (Misra, 2008)

$$W_{sp} = \frac{m_2 - m_3}{v}$$

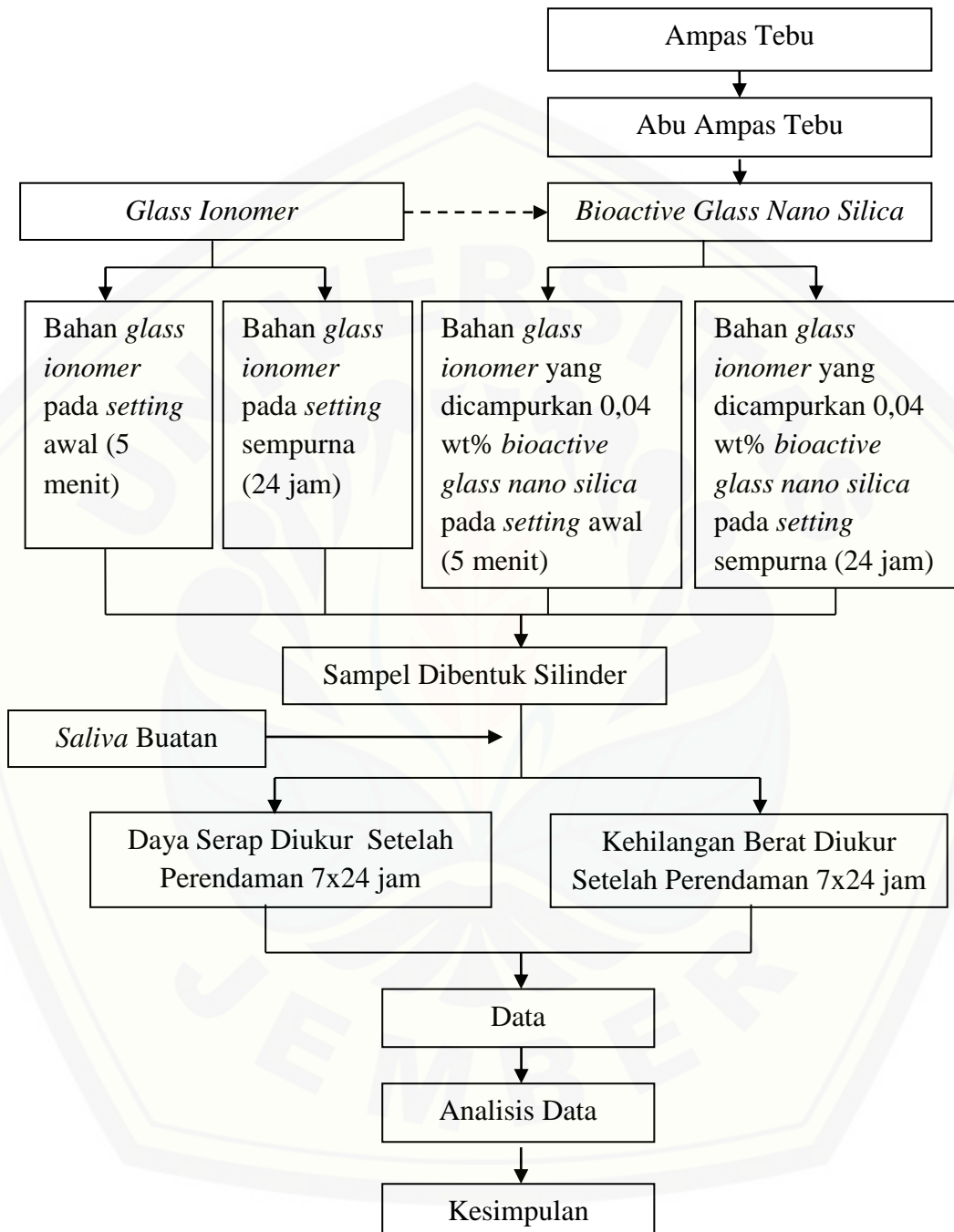
$$W_{sl} = \frac{m_1 - m_3}{v}$$

- h. V merupakan volume sampel sebelum perendaman dalam ukuran mm<sup>3</sup>
- i. Hasil penghitungan dari rumus yang didapat adalah dengan satuan µg/mm<sup>3</sup>

### 3.8 Analisis Data

Data hasil penelitian dilakukan uji normalitas dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas dengan menggunakan uji *Levene*. Kemudian dilakukan uji parametrik dengan menggunakan uji *Two Way Anova* dan dilanjutkan dengan uji *Least Significance Different* (LSD) untuk menguji perbedaan antar kelompok.

### 3.9 Alur Penelitian



## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah :

- 5.1.1 Penambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu pada bubuk *glass ionomer* yang direndam pada *saliva* buatan selama 7x24 jam dapat meningkatkan sifat daya serap dan kehilangan berat bahan.
- 5.1.2 Kelompok bahan yang dilakukan perendaman pada *saliva* buatan selama 7x24 jam saat *setting* sempurna (24 jam) memiliki sifat daya serap dan kehilangan berat yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok bahan yang dilakukan perendaman pada saat *setting* awal (5 menit).

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah

- 5.2.1 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai rasio penambahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu supaya memiliki sifat daya serap dan kehilangan berat yang rendah.
- 5.2.2 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai ikatan bahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu yang dicampurkan dengan bahan restorasi jenis lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, Z. 2012. Water resistance, weight loss and enzymatic degradation of blends starch/polyvinyl alcohol containing SiO<sub>2</sub> nanoparticle. Islamic Azad University, Iran.
- Abbasi, Z., M.E.Bahrololoom, M.H. Shariat dan R. Bagheri. 2015. Bioactive Glasses in Dentistry : A Review. *Journal of Dental Biomaterials*. 2(1). Shiraz University of Medical Sciences, Iran.
- Agung, G.F., R.M. Hanafie dan Mardina, P. 2013. Ekstraksi Silika dari Abu Sekam Padi dengan Pelarut KOH.Konversi. Vol. 2(1): 28-31.
- Ahira, A. 2009. Berkenalan dengan Tanaman Tebu. <http://www.anneahira.com/tanaman-tebu.htm>. [4 April 2016].
- Aiache, J.M. (1993). *Farmasetika 2*. Biofarmasi. Edisi ke-2. Penerjemah: Dr. Widji Soeratri; Universitas Airlangga; Surabaya.
- Akhinov, A.F., P.H. Desiska, Nazriati. 2010. Sintesis Silika Aerogel Berbasis Abu Bagasse dengan Pengeringan pada Tekanan Ambient; Institut Teknologi Sepuluh Nopember; Surabaya.
- Albers H.F. 2002. *Tooth-colored restoratives: principles and techniques*. 9th ed. London.
- Aldea, E., M. Giurginca, F. Miculescu, I. Demetrescu. 2007. Infrared and ESEM Technique In Supporting Ti and Ti-Al-V Alloy Behaviour in Afnor and Tani-Zucchi Solutions. *Journal of Optoelectronics and Advanced Material* 9(11): 3393-3396. University Polytechnica of Bucharest; Romania.

- Amrulloh, H. 2014. Sintesis Zeolit Berbasis Silika Sekam Padi dengan Metode Elektrokimia Sebagai Adsorben Rhodamin B. (*Skripsi*). Departemen Kimia FMIPA Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Ana, I.D., M. Shigeki, O. Michio. 2003. Effects of Added Bioactive Glass on The Setting and mechanical properties of Resin-Modified Glass Ionomer Cement. *Biomaterials*. (24):3061-3067. Department of Biomaterials, Faculty of Dental Science, Kyushu University; Japan.
- Annusavice, K.J. 2012. *Philips Science of Dental Material 12<sup>th</sup> ed. Will Saunders Corp.p. 470489.*
- Basuki, M., A.W. P. Abdul dan H. Dzikri. 2012. Analisa Laju Korosi Duplex Ss Aws 2205 Dengan Metode Weight Loss; *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*; Yogyakarta.
- Bragmann, C.P dan M.R.F. Goncalves. 2006. Thermal Insulators Made With Rice Husk Ashes: Production and Correlation Between Properties and Microstructure. Department of materials, school of engineering, federal university of rio grande do sul, Brasil.
- Carvalho, S.M., A.A.R. Oliveira, M.F.L. Elke. 2013. Bioactive Glass Nanoparticles for Periodontal Regeneration and Application in Dentistry; Federal University of Minas Gerais, Brazil.
- Chavan, P.N., M.B. Manjushri, U.M. Ravindra. 2010. Materials Science and Engineering Study of Nanobiomaterial Hydroxyapatite in Simulated Body Fluid: Formation and Growth of Apatite. *Biomaterial*. 168: 224-230. School of Physical Sciences, SRTM University; India.
- Dinakaran, S. 2014. Sorption and Solubility Characteristics of Compomer, Conventional and Resin Modified Glass-Ionomer Immersed In Various Media. *Journal of Dental and Medical Sciences*. 13(3): 41-45. Government Dental Collage; India.



- Dhanpal, P.C.K.Y., N.M.K. Yiu. 2009. Effect of Temperature on Water Sorption and Solubility Dental Adhesive Resin. *Journal of Dentistry* : 37: 122-132. Faculty of Dentistry, The University of Hong Kong; Hong Kong.
- Favaro, L.. 2009. Water Sorption and Solubility of Different Calcium Hydroxide Cements. *Journal of Applied Oral Sciene*. 17(5): 427-31.
- Haslinawati, M.M., K.A. Matori., Z.A. Wahab., H.A. Sidek., dan A. T. Zainal. 2011. Effect of Temperature on Ceramic from Rice Husk Ash. *International Journal of Basic and Applied Science*. 9(9): 22-25.
- Hawlett, H.R. dan J.G.Mount, 2003. Glass Ionomer in Contemporary Restorative Dentistry- A Clinical Update. *CDA Journal*. 31(6): 483-92.
- Helwani, Z., M.R. Othman, Aziz, N. Fernando dan J. Kim. 2009. Technologies for Production of Biodiesel Focusing on Green Catalytic Techniques: A review. *Fuel Process Technology*. (90): 1502-1514.
- Im, M. 2011. Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Membran Peek silika/ Clay untuk Aplikasi Direct Methanol Fuel Cell (DMFC). (*Tesis*). Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- James. 2004. *Sugarcane Second Edition*; Blackwell Publishing Company; Inggris.
- Jatmiko, G., E. Teti . 2014. *Mie dari Umbi Kimpul. (Xanthosoma Sagittifolium)*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(2): 127-134. Universitas Brawijaya; Malang.
- Jones, J.R. 2013. Review of Bioactive Glass : From Hench to hybrids. *Acta Biomaterialia* (9): 4457–4486.

- Keyf, F., T.S. Hakan, S. Murat. 2007. Water Sorption and Solubility of Different Luting and Restorative Dental Cements. *Journal of Dental Material*. 37(1): 47-55. Faculty of Dentistry, Hacettepe University; Turkey.
- Krishnan, V. dan T. Laksmi. 2013. Bioglass: A novel biocompatible innovation. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*. 4(2): 78-83. Department of Oral Medicine and Radiology, SRM Kattankulathur Dental College and Hospitals; Chennai.
- Lubis, S.. 2009. Preparasi Katalis Cu/Silika Gel dari Kristobalit Alam Sabang serta Uji Aktivitasnya pada Reaksi Dehidrogenasi Etanol. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(1): 29-35.
- Marques, M., L. Raimar, A. May. 2011. Simulated Biological Fluids with Possible: Application in Dissolution Testing. Faculty of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences University of Albert; Canada.
- Mirsa, S.K., M. Dirk, J.B. Tobias. 2008. Comparison of nanoscale and microscale bioactive glass on the properties of P(3HB)/Bioglass Composites. Imperial College London; London.
- Monalisa, Y., D. Djamas dan Ratnawulan. 2013. Pengaruh Suhu Variasi Annealing Terhadap Struktur dan Ukuran Butir Silika dari Abu Tongkol Jagung Menggunakan X-Ray Diffractometer. *Pillar of Physics*. (1): 102-110.
- Noort R.V. 2007. *Introduction to Dental Material*. 3rd Ed. Toronto: Mosby Elsevier.
- Notoatmojo, S. 2005. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Cetakan Ketiga. PT. Rineka Cipta; Jakarta.
- Plantamor. 2012. *Informasi Spesies Tebu*. <http://www.plantamor.com/index.php?plant=1165>. [4 April 2016].

- Polini A., B. Hao, P.T. Antoni. *Dental Application of Nanostructured Bioactive Glass and its Composites*. Wiley Periodicals.
- Putri, R.S., T.N. Junaidi, B.W. Wiwit. 2010. Uji Ketahanan Tanaman Tebu Hasil Persilangan (*Saccharum spp. hybrid*) Pada Kondisi Lingkungan Cekaman Garam (NaCl). (*Tesis*). Institut Teknologi Sepuluh Nopember; Surabaya.
- Raahaman, D.E.D., B. Sonny. 2011. Bioactive Glass in Tissue Engineering. *Acta Biomaterialia* (7): 2355–2373. Missouri University; United State America.
- Saravanapavan P, J.R. Jones, R.S. Pryce, L.L. Hench. 2002. Bioactivity of gel-glass powders in the CaO-SiO<sub>2</sub> system: a comparison with ternary (CaO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-SiO<sub>2</sub>) and quaternary glasses (SiO<sub>2</sub>-CaO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Na<sub>2</sub>O). *J Biomed Mater Res Part A*. (66A): 110–9. Department of Materials, Imperial College of Science; London.
- Scarber, R., T. Vinoy, D. Derrick. Mechanical Properties And In-Vitro Biomineralization of Bioglass-Loaded Polyglyconate Nanocomposites Created Using The Solvent Cast/Particulate Leaching Method. University of Alabama, Birmingham.
- Smallman, R. E. dan R. J. Bishop. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Edisi keenam. Terjemahan Sriati Djaprie. Erlangga. Jakarta.
- Soanca, A., I.B. Cosmina, M. Marioara. 2011. Water Sorption and Solubilty of an Experimental Dental Material: Comparative Study. 29(4): 27-33. University of Medicine and Pharmacy Cluj-Napoca. Romania.
- Subiyanto, A. 2002. Daya Antibakteri Semen Glass Ionomer Jenis Perekat dan Tumpatan terhadap *Streptococcus Mutans*. *Majalah Kedokteran Gigi (Dental Journal)*. vol 38. 3<sup>rd</sup> Juli-Sept.
- Urpo, H.Y., V.J.L. Lippo, N. Timo. 2005. Compressive strength and surface characterization of glass ionomer cements modified by particles of bioactive glass. Institute of Dentistry, University of Turku, Finlandia.

- Usri, K., K. Elin dan R. Eriska. 2013. Pengaruh Pelapisan Bahan Tambal Glass Ionomer dengan Varnish dan Cocoa Butter terhadap Daya Serap Saliva Buatan secara In Vitro. Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjajaran, Bandung.
- Vichery, C., N. Jean-Marie. 2016. Bioactive Glass Nanoparticles: From Synthesis to Materials Design for Biomedical Applications. *Journal of Material*. University of Clermont Auvergne.
- Wang Z, T. Jiang, S. Sauro. 2011. The Dentine Remineralization Activity of A Desensitizing Bioactive Glass-Containing Toothpaste: an In Vitro Study. *Aust Dent J*. (56): 372–381.
- Wijanarko, A. 2006. Tinjauan Komprehensif Perancangan Awal Pabrik Furtural Berbasis Ampas Tebu di Indonesia. (*Skripsi*) Universitas Indonesia; Depok.
- Xie, D., Z. Jun, W. Yiming. 2008. Bioactive Glass–Ionomer Cement with Potential Therapeutic Function to Dentin Capping Mineralization. *European Journal of Oral Science*. (116): 479-487. Departement of Biomedical Engineering, Indiana University. USA.
- Yusuf, Maulana. 2014. Studi Karakteristik Silika Gel Hasil Sintesis dari Abu Ampas Tebu dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida. (*Skripsi*) Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati; Bandung.

## LAMPIRAN

## A. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**POLITEKNIK NEGERI JEMBER**  
 UPT LABORATORIUM BIOSAIN  
 Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember - 68101  
 Telp. (0331) 333532 - 333534 Extension. 136 Fax. (0331) 333531  
 web : Polije.ac.id, E-mail : politeknik@polije.ac.id

## PERMOHONAN PENGGUNAAN LABORATORIUM

Nama : Andika Sulistian  
 NIM/NIP/NIK : 1316101054  
 Jurusan/Prog. Studi : Kedokteran Gigi  
 Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Jember  
 Judul Penelitian : Kemampuan Daya Serap dan Kehilangan Berat Bahan Bioactive Glass Nona Silica dari Amas Tebu terhadap Cairan Tubuh Buatan

bermaksud untuk menggunakan UPT Laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember dan fasilitasnya mulai tanggal 1 Juli 2016 sampai dengan tanggal 30 September 2016 untuk kegiatan penelitian / pengujian bahan.

Saya sebagai pengguna UPT Laboratorium Biosain mematuhi segala peraturan yang sudah ditetapkan.

Jember, 14 April 2016

Mengetahui,  
 Pembimbing Penelitian

(Dr. Hj. Dahn Erma I.M.P.)  
 NIP.

Pengguna Laboratorium

(ANDIKA SULISTIAN)  
 NIM/NIP. 1316101054

Menyetujui,  
 Kepala UPT Laboratorium Biosain

Dr. Netty Ermawati, SP  
 NIP. 19750818 200812 2 002

\*) Teknisi Penanggung Jawab Penelitian

## B. Surat Identifikasi Tanaman Tebu



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**  
 Jl. Kalimantan 37 Jember Jawa Timur  
 Telp 0331-330225

### SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI

No. 3.0.3.0/UN25.1.9/TU/2016

Berdasarkan hasil pengamatan pada spesimen tumbuhan yang dikirimkan ke Herbarium Jemberiense, Laboratorium Botani dan Kultur Jaringan, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Jember oleh :

Nama/Nim : Catur Putri Kinasih/131610101005  
 Andika Sulistian/131610101054  
 Vita Lukita Sari/131610101024  
 Afifannisa Dienda R./ 131610101013  
 Wahyu Hidayat/131610101002  
 Farah Adibah/131610101014  
 Jur./Fak./PT : F. Kedokteran Gigi /UNEJ

maka dapat disampaikan hasilnya bahwa spesimen tersebut adalah :

*Saccharum officinarum* L. {Syn. *Arundo saccharifera* Garsault; *Saccharum atrorubens* Cuzent & Pancher ex Drake ; *Saccharum fragile* Cuzent & Pancher ex Drake ; *Saccharum glabrum* Cuzent & Pancher ex Drake ; *Saccharum luzonicum* Cuzent & Pancher ex Drake ; *Saccharum monandrum* Rottb. ; *Saccharum obscurum* Cuzent & Pancher ex Drake ; *Saccharum occidentale* Sw.; Family – Poaceae; Vernacular name – Tebu (Ind.) }

Jember, 7 November 2016

Mengetahui,  
 Pembantu Dekan I,



Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc, Ph.D.  
 NIP 195910091986021001

Ketua Laboratorium

Dra. Dwi Setyati, M.Si  
 NIP. 196404171991032001

**C. Tabel Hasil Penelitian****C.1 Hasil Penghitungan Sampel.**

Kelompok	M1 ( $\mu\text{g}$ )	M2 ( $\mu\text{g}$ )	M3 ( $\mu\text{g}$ )	Volume ( $\text{mm}^3$ )
GI5 (1)	129.7	131.4	129.3	63,168
GI5 (2)	148.9	150.8	148.5	65,349
GI5 (3)	135.9	137.6	135.4	66,254
GI5 (4)	140.6	142.4	140.1	67,282
GI24 (1)	130.1	131.7	129.7	63,610
GI24 (2)	108.8	110.6	108.4	66,420
GI24 (3)	132.8	134.4	132.3	65,913
GI24 (4)	116.6	118.2	116.2	59,408
GIBAG5 (1)	131.8	133.9	131.3	66,492
GIBAG5 (2)	127.9	129.8	127.4	64,533
GIBAG5 (3)	133.2	135.2	132.7	70,967
GIBAG5 (4)	126.3	128.3	125.9	61,585
GIBAG24 (1)	113.7	115.1	113.3	51,801
GIBAG24 (2)	109.5	111.1	109.1	52,716
GIBAG24 (3)	118.5	120.3	118.1	57,866
GIBAG24 (4)	113.9	115.7	113.5	56,313

**C.2 Hasil Penghitungan dan Rata-Rata Sifat Daya Serap dan Kehilangan Berat.**

Kelompok	Daya Serap ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )	Rata-Rata ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )	Kehilangan Berat ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )	Rata-Rata ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )
GI5 (1)	33,245	33,957	6,945	6,902
GI5 (2)	35,195		6,844	
GI5 (3)	33,205		6,923	
GI5 (4)	34,184		6,895	
GI24 (1)	31,441	32,522	6,288	6,208
GI24 (2)	33,122		6,022	
GI24 (3)	31,860		6,304	
GI24 (4)	33,665		6,216	
GIBAG5 (1)	39,102	37,622	7,947	7,868
GIBAG5 (2)	37,190		7,748	
GIBAG5 (3)	35,227		7,863	
GIBAG5 (4)	38,970		7,912	
GIBAG24 (1)	34,748	35,996	7,358	7,396
GIBAG24 (2)	37,939		7,587	
GIBAG24 (3)	35,911		7,249	
GIBAG24 (4)	35,386		7,388	



**D. Analisis Data Hasil Penelitian****D.1 Analisis Data Sifat Daya Serap****D.1.1 Hasil Uji Normalitas Sifat Daya Serap Menggunakan Uji *Shapiro-Wilk*.****Tests of Normality**

Sampel	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Data GI5	.275	4	.	.874	4	.314
GI24	.237	4	.	.923	4	.555
GIBAG5	.271	4	.	.882	4	.347
GIBAG24	.275	4	.	.910	4	.484

a. Lilliefors Significance Correction

**D.1.2 Hasil Uji Homogenitas Sifat Daya Serap Menggunakan Uji Levene.****Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

Dependent Variable:Data

F	df1	df2	Sig.
1.397	3	12	.291

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Bahan + Waktu + Bahan \* Waktu

**D.1.3 Hasil Uji Two Way ANOVA Sifat Daya Serap.****Between-Subjects Factors**

		Value Label	N
Bahan	1	glass ionomer	8
	2	glass ionomer dan bioactive glass	8
Waktu	1	5 menit	8
	2	24 jam	8

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable:Data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.434E7 <sup>a</sup>	3	1.145E7	19.653	.000
Intercept	2.045E10	1	2.045E10	3.512E4	.000
Bahan	2.090E7	1	2.090E7	35.881	.000
Waktu	9732840.062	1	9732840.062	16.712	.002
Bahan * Waktu	3708513.062	1	3708513.062	6.368	.027
Error	6988634.250	12	582386.188		
Total	2.049E10	16			
Corrected Total	4.133E7	15			

a. R Squared = .831 (Adjusted R Squared = .789)

**D.1.4 Hasil Uji *Least Significance Different (LSD)* Sifat Daya Serap.****Multiple Comparisons**

Data

LSD

(I) Sampel	(J) Sampel	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
GI5	GI24	1,435.25	948.071	.156	-630.42	3,500.92
	GIBAG5	-3,665.00*	948.071	.002	-5,730.67	-1,599.33
	GIBAG24	-2,038.75	948.071	.053	-4,104.42	26.92
GI24	GI5	-1,435.25	948.071	.156	-3,500.92	630.42
	GIBAG5	-5,100.25*	948.071	.000	-7,165.92	-3,034.58
	GIBAG24	-3,474.00*	948.071	.003	-5,539.67	-1,408.33
GIBAG5	GI5	3,665.00*	948.071	.002	1,599.33	5,730.67
	GI24	5,100.25*	948.071	.000	3,034.58	7,165.92
	GIBAG24	1,626.25	948.071	.112	-439.42	3,691.92
GIBAG24	GI5	2,038.75	948.071	.053	-26.92	4,104.42
	GI24	3,474.00*	948.071	.003	1,408.33	5,539.67
	GIBAG5	-1,626.25	948.071	.112	-3,691.92	439.42

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1797675.458.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

## D.2 Analisis Data Sifat Kehilangan Berat

### D.2.1 Hasil Uji Normalitas Sifat Kehilangan Berat Menggunakan Uji *Shapiro-Wilk*

Tests of Normality

Sampel	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Data GI5	.188	4	.	.962	4	.792
GI24	.276	4	.	.842	4	.202
GIBAG5	.229	4	.	.929	4	.590
GIBAG24	.271	4	.	.945	4	.684

a. Lilliefors Significance Correction

### D.2.2 Hasil Uji Homogenitas Sifat Kehilangan Berat Menggunakan Uji *Levene* Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable:Data

F	df1	df2	Sig.
.898	3	12	.471

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Bahan + Waktu + Bahan \* Waktu

**D.2.3 Hasil Uji *Two Way Anova* Sifat Kehilangan Berat.****Between-Subjects Factors**

		Value Label	N
Bahan	1	glass ionomer	8
	2	glass ionomer dan bioactive glass	8
Waktu	1	5 menit	8
	2	24 jam	8

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable:Data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6.048E6 <sup>a</sup>	3	2016057.729	175.086	.000
Intercept	8.050E8	1	8.050E8	6.991E4	.000
Bahan	4638639.062	1	4638639.062	402.847	.000
Waktu	1360139.062	1	1360139.062	118.123	.000
Bahan * Waktu	49395.062	1	49395.062	4.290	.061
Error	138175.750	12	11514.646		
Total	8.112E8	16			
Corrected Total	6186348.938	15			

a. R Squared = .978 (Adjusted R Squared = .972)

**D.2.4 Hasil Uji *Least Significance Different (LSD)* Sifat Kehilangan Berat.****Multiple Comparisons**

Data

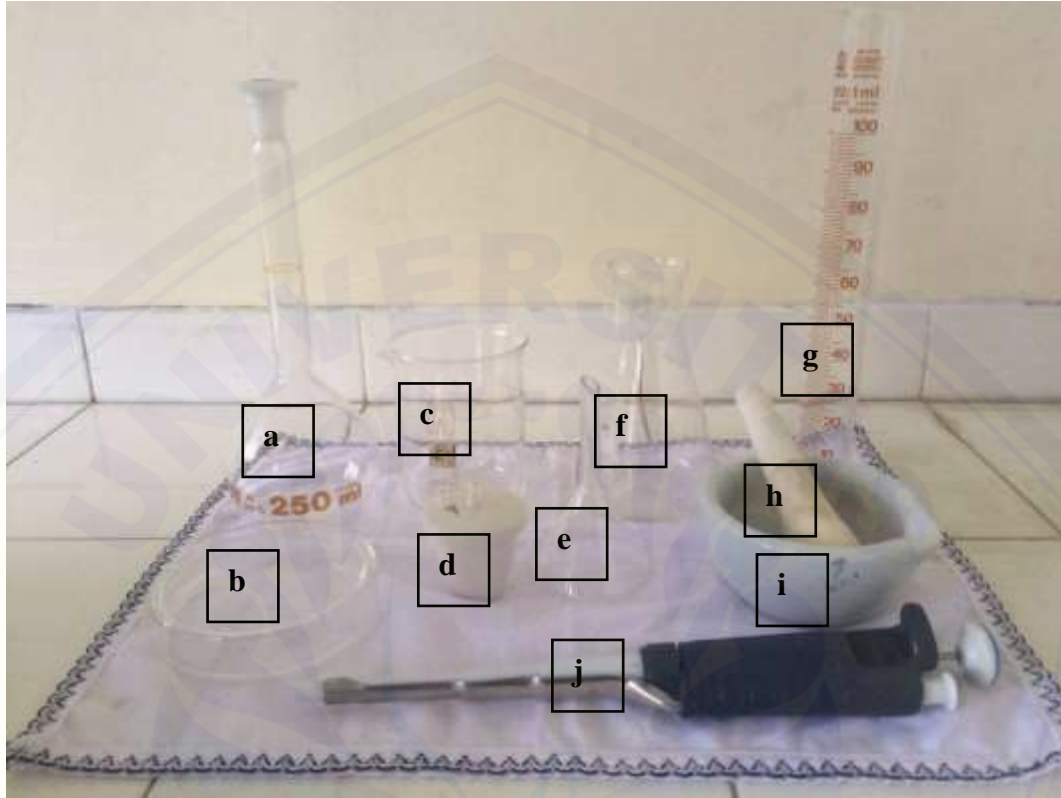
LSD

(I) Sampel	(J) Sampel	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
GI5	GI24	694.25*	75.877	.000	528.93	859.57
	GIBAG5	-965.75*	75.877	.000	-1,131.07	-800.43
	GIBAG2 4	-493.75*	75.877	.000	-659.07	-328.43
GI24	GI5	-694.25*	75.877	.000	-859.57	-528.93
	GIBAG5	-1,660.00*	75.877	.000	-1,825.32	-1,494.68
	GIBAG2 4	-1,188.00*	75.877	.000	-1,353.32	-1,022.68
GIBAG5	GI5	965.75*	75.877	.000	800.43	1,131.07
	GI24	1,660.00*	75.877	.000	1,494.68	1,825.32
	GIBAG2 4	472.00*	75.877	.000	306.68	637.32
GIBAG2 4	GI5	493.75*	75.877	.000	328.43	659.07
	GI24	1,188.00*	75.877	.000	1,022.68	1,353.32
	GIBAG5	-472.00*	75.877	.000	-637.32	-306.68

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 11514.646.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

**E. Alat dan Bahan Penelitian****E.1 Alat Penelitian**

Keterangan :

- |                        |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| a. Labu ukur           | f. Tabung <i>erlenmeyer</i> |
| b. <i>Petridish</i>    | g. Gelas ukur               |
| c. <i>Beaker glass</i> | h. <i>Mortar</i>            |
| d. Cawan porselen      | i. <i>Pastle</i>            |
| e. Corong              | j. <i>Micro pippet</i>      |



Ayakan 200 mesh



Pengaduk magnet



Desikator



Timbangan digital



Cetakan kuningan



Autoclave



pH meter



Oven

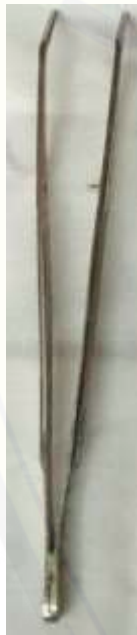




Inkubator



Furnace



Pinset



Gunting



Spatula agate



Sonde lurus

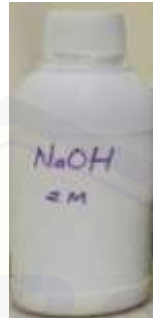


Pipet tetes

**E.2 Bahan Penelitian**



*Aquades*



*NaOH (natrium oxide) 2 N*



*P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (phosporus pentoxide)*



*Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> . 4 H<sub>2</sub>O (calcium nitrate tetrahydrate)*



*HCL (hydrochloric acid)*



*HNO<sub>3</sub> (nitric acid) dan Etanol 96%*



*Glass ionomer dengan tambahan 0,04 wt% bioactive glass nano silica*



*Glass ionomer FUJI IX*



*Asam poliakrilat*



Paper pad dan sendok takar pabrik



Kertas saring *Whatmann* no. 42



*Aluminium foil*

