

**PENGARUH PERBEDAAN SUHU SINTERING SILIKA ABU  
AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN *BIOACTIVE GLASS* PADA  
PERSENTASE ADHESI *HYDROXYCARBONATE APATITE*  
TERHADAP INTI SEMEN IONOMER KACA**

**SKRIPSI**

Oleh

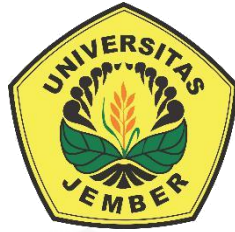
**Nia Nurmayanti**

**NIM 161610101022**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**PENGARUH PERBEDAAN SUHU SINTERING SILIKA ABU  
AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN *BIOACTIVE GLASS* PADA  
PERSENTASE ADHESI *HYDROXYCARBONATE APATITE*  
TERHADAP INTI SEMEN IONOMER KACA**

**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

**Nia Nurmayanti  
NIM 161610101022**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

**SKRIPSI**

**PENGARUH PERBEDAAN SUHU SINTERING SILIKA ABU  
AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN *BIOACTIVE GLASS* PADA  
PERSENTASE ADHESI *HYDROXYCARBONATE APATITE*  
TERHADAP INTI SEMEN IONOMER KACA**

Oleh

Nia Nurmayanti

NIM 161610101022

Pembimbing

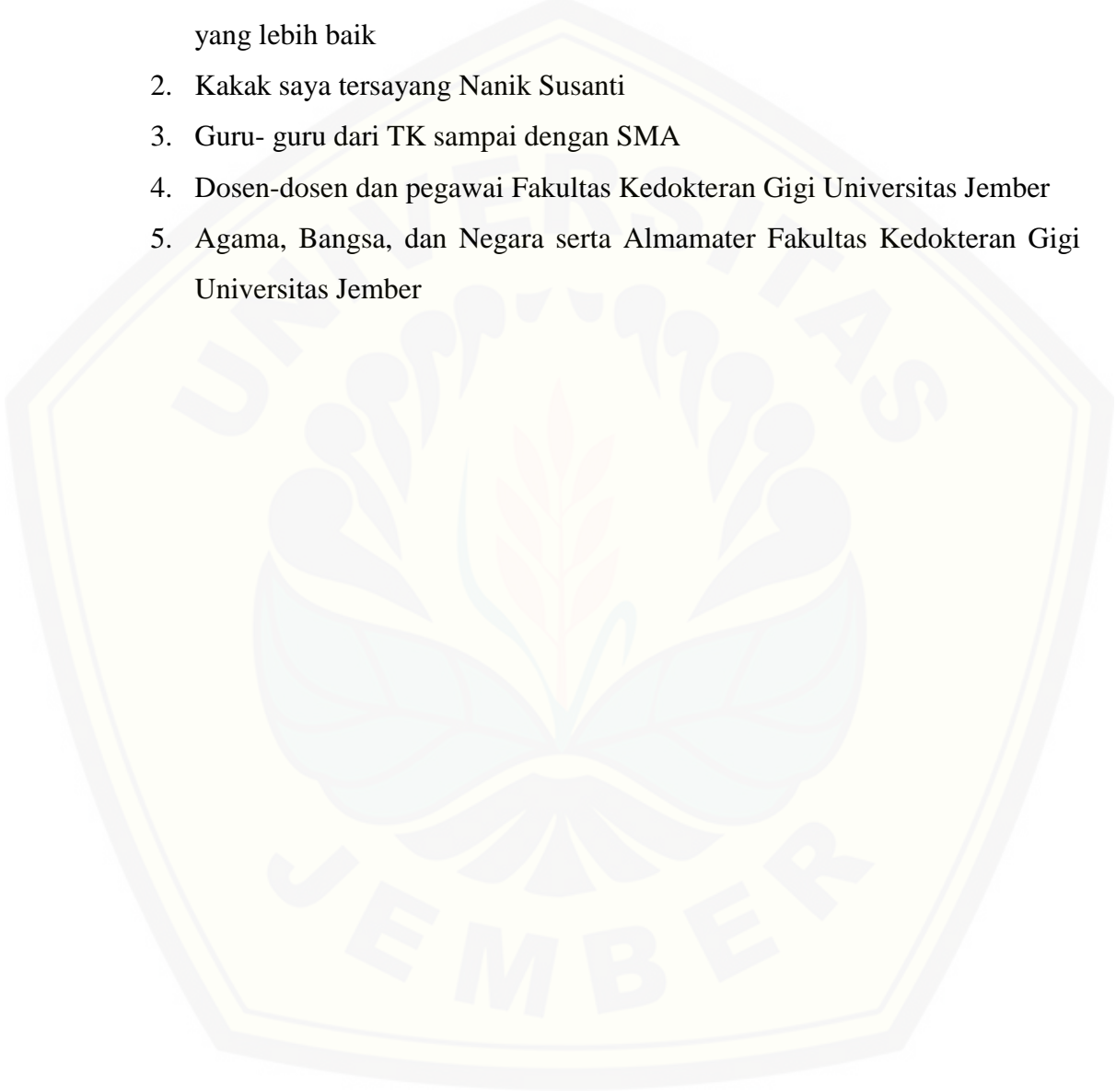
Dosen Pembimbing Utama : drg. Izzata Barid, M.Kes

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

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua yaitu bapak Mudjiono dan ibu Widjiati yang selalu menjadi penyemangat, pembimbing, serta mendidik saya menjadi manusia yang lebih baik
2. Kakak saya tersayang Nanik Susanti
3. Guru-guru dari TK sampai dengan SMA
4. Dosen-dosen dan pegawai Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
5. Agama, Bangsa, dan Negara serta Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember



**MOTTO**

“Berangkat dengan penuh keyakinan; Berjalan dengan penuh keikhlasan;  
Istiqomah dalam menghadapi cobaan”



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Nia Nurmayanti

NIM : 161610101022

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Perbedaan Suhu Sintering Silika Abu Ampas Tebu sebagai Bahan *Bioactive Glass* pada Persentase Adhesi *Hydroxycarbonate Apatite* terhadap Inti Semen ionomer Kaca” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya plagiasi. Saya bertanggung jawab 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 di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 7 Februari 2020

Yang menyatakan,

Nia Nurmayanti  
NIM 161610101022

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Perbedaan Suhu Sintering Silika Abu Ampas Tebu sebagai Bahan *Bioactive Glass* pada Persentase Adhesi *Hydroxycarbonate Apatite* terhadap Inti Semen Ionomer Kaca” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jumat, 7 Februari 2020

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Dosen Penguji Ketua,

drg. Lusi Hidayati, M.Kes  
NIP 197404152005012002

Dosen Pembimbing Utama

drg. Izzata Barid, M.Kes  
NIP 196805171997022001

Dosen Penguji Anggota

drg. Hengky Bowo Ardhiyanto, MDSc  
NIP 197905052005011005

Dosen Pembimbing Anggota

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

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Jember,

drg. Rahardyan Parnaadji, M. Kes., Sp. Pros  
NIP 196901121996011001



## RINGKASAN

**Pengaruh Perbedaan Suhu Sintering Silika Abu Ampas Tebu sebagai Bahan *Bioactive Glass* pada Persentase Adhesi *Hydroxycarbonate Apatite* terhadap Inti Semen Ionomer Kaca**; Nia Nurmayanti; 161610101022; 2020; 93 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Bahan biokeramik terus dikembangkan di berbagai penelitian saat ini salah satunya adalah *bioactive glass*. *Bioactive glass* apabila berkontak dengan cairan tubuh buatan menghasilkan lapisan disebut *Hydroxycarbonate apatite* (HCA) yang bersifat osteokonduktif. Dibidang kedokteran gigi *bioactive glass* dapat dimanfaatkan sebagai *coating implant, bone graft, scaffold*, dan berpotensi sebagai bahan pengisi saluran akar karena bersifat antimikroba, serta bahan tambahan tambalan gigi sebagai *remineralizing agent*. *Bioactive glass* dapat menstimulasi pembentukan dentin reparatif. Bahan ini mampu membentuk formasi lapisan *hydroxycarbonate apatite* yang dapat menginduksi pelepasan *growth factor* pada matriks dentin sehingga menstimuli sel progenitor untuk berproliferasi dan berdiferensiasi menjadi *odontoblast-like cell*

Bahan *bioactive glass* didominasi oleh silika yang dapat diperoleh dari kegiatan limbah industri gula misalnya abu ampas tebu. Abu ampas tebu mengandung silika tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai natrium silika sehingga dapat dijadikan sebagai bahan baku *bioactive glass*. Silika dari abu ampas tebu dapat mengalami perbedaan struktur maupun ikatan antar partikelnya apabila disintering pada suhu yang berbeda sehingga akan mempengaruhi *bioactive glass* dan persentase area pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA). Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbedaan suhu sintering silika 600°C dan 900°C dengan waktu penahan (*holding time*) 4 jam terhadap persentase adhesi *hydroxycarbonate apatit* (HCA) *bioactive glass* berbasis dari abu ampas tebu terhadap inti atau *core* semen ionomer kaca

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *the post test only control group design*. Sampel dibagi



menjadi dua kelompok yaitu kelompok kontrol (A) dan kelompok perlakuan (B). Kelompok A (Kontrol) yaitu Inti (*core*) direndam dalam cairan tubuh buatan diletakkan di dalam oven bersuhu 36,5 selama 7 hari. Kelompok B dibagi menjadi dua yaitu kelompok perlakuan BAG600 yaitu inti (*core*) yang direndam dalam campuran antara cairan tubuh buatan dengan bahan *bioactive glass* berbasis dari abu ampas tebu yang telah disintering 600°C dan kelompok perlakuan BAG900 yaitu inti (*core*) yang direndam dalam campuran antara cairan tubuh buatan dengan bahan *bioactive glass* berbasis dari abu ampas tebu yang telah disintering 900°C yang masing masing diletakkan di dalam oven yang bersuhu 36,5 selama 7 hari.

Uji normalitas data menunjukkan hasil signifikansi lebih dari 0,05 sehingga disimpulkan seluruh kelompok penelitian berdistribusi normal. Hasil uji homogenitas dengan uji levene menunjukkan signifikansi 0,054 ( $p > 0,05$ ), yang berarti varian dua atau lebih dari kelompok data adalah sama atau homogen. Data yang berdistribusi normal dan homogen dilanjutkan dengan uji anova yang menunjukkan signifikansi 0,000 ( $p < 0,05$ ) yaitu terdapat perbedaan pada kelompok penelitian. Dilanjutkan uji *post hoc* LSD adhesi pembentukan HCA menunjukan terdapat perbedaan bermakna ( $p < 0,05$ ) antara kelompok kontrol, kelompok perlakuan 1 BAG 600, kelompok perlakuan 2 BAG 900.

Suhu sintering pada silika dari abu ampas tebu mempengaruhi pada jumlah silika yang terekstraksi. Sintering suhu tinggi menghasilkan silika terekstraksi lebih rendah jika dibandingkan dengan sintering pada suhu rendah. Hal tersebut disebabkan karena pada suhu tinggi silika mengalami tingkat kekristalan tinggi sehingga terjadi ikatan yang kuat antar partikel-partikel. Partikel tersebut akan sulit memutuskan ikatan sehingga semakin sukar untuk didestruksi dan sukar bereaksi dengan pereaksi yang lainnya. Sintering juga berpengaruh terhadap porositas. Ketika semakin tinggi suhu sintering yang digunakan maka porositas akan semakin kecil. Pada pembentukan lapisan HCA membutuhkan porositas untuk tumbuh. Pori tersebut digunakan sebagai media pembentukan HCA, pada porositas yang besar difusi kation lebih mudah sehingga meningkatkan

pembentukan HCA. Pada porositas yang semakin kecil maka pertukaran kation dan anion lebih sulit.

Kesimpulan penelitian ini adalah Peningkatan suhu sintering ekstraksi silika dari abu ampas tebu dapat menurunkan persentase adhesi HCA terhadap inti semen ionomer kaca. Adhesi HCA terhadap inti semen ionomer kaca pada sampel BAG dari ampas tebu yang disintering suhu  $600^{\circ}\text{C}$  lebih banyak daripada sampel BAG dari ampas tebu yang disintering  $900^{\circ}\text{C}$ .



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran 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 “Pengaruh Perbedaan Suhu Sintering Silika Abu Ampas Tebu sebagai Bahan *Bioactive Glass* pada Persentase Adhesi *Hydroxycarbonate Apatite* terhadap Inti Semen Ionomer Kaca”. 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 saya yaitu Bapak Mudjiono dan Ibu Widjiati tercinta yang tidak pernah putus memanjatkan doa, mencurahkan kasih sayang, memberikan restu, nasihat, semangat dan dukungan selama ini;
2. Kakak saya tersayang Nanik Susanti yang selalu memberikan semangat dan dukungan;
3. drg. Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp.Prost selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
4. drg. Izzata Barid, M.Kes selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing Pendamping atas bimbingan, pengarahan, waktu, motivasi serta perhatian dalam penyusunan skripsi ini;
5. drg. Lusi Hidayati, M.Kes Dosen Penguji Ketua dan drg. Hengky Bowo Ardhiyanto, MDSc selaku Dosen Penguji Anggota atas saran dan bimbingan hingga terselesainya skripsi ini;
6. Dokter Pembimbing Akademik yaitu Dr. drg. Ari Tri Wanodyo, M.Kes yang telah memberikan bantuan, dukungan dan doa;
7. Seluruh staf pengajar dan akademik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini;

8. Bu Netty, Mas Taufan, Mas Haidzar, Bapak Hari, Bapak Iwan Taruna, Mbak Fira, Bu Itus dan Mbak Titin beserta teknisi Laboratorium yang lain yang selalu membantu dan memberikan solusi saat proses penelitian
9. Ibu Endang yang telah mengorbankan waktu luang untuk penulis mengambil tanaman tebu dan abu ampas tebu sehingga penelitian penulis dapat berjalan dengan lancar.
10. Bapak Mukhlis yang telah membantu proses penelitian;
11. Teman-Teman seperjuangan Tim “Abu Ampas Tebu”, Liyathotun, Ulfa, dan Yenny yang selalu bekerjasama dalam suka duka perskripsian, yang selalu ada dan selalu mengingatkan serta memberi semangat menyelesaikan skripsi ini
12. Teman-Teman Broken Beyond Repair Dheamira, Balqis, Rismawati, dan Kartika yang selalu memberi semangat, dukungan, motivasi, dan bantuan yang tak terhitung selama ini;
13. Sahabat-sahabat terbaik Ananda Regina dan Erwan Yova yang selalu menjadi tempat berkeluh kesah sehingga memberikan semangat, dukungan dan motivasi;
14. KKN 94 Sekarputih yang selalu memberi semangat dan motivasi;
15. Teman-teman FKG 2016 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, 7 Februari 2020

Yang menyatakan,

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>1</b>
1.2 Rumusan Masalah .....	<b>3</b>
1.3 Tujuan Penelitian .....	<b>4</b>
1.4 Manfaat Penelitian .....	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tebu .....	<b>5</b>
2.1.1 Produksi Tebu di Indonesia .....	<b>5</b>
2.1.2 Klasifikasi .....	<b>6</b>
2.1.3 Morfologi Tebu.....	<b>6</b>
2.2 Ampas Tebu .....	<b>7</b>
2.2.1 Definisi Ampas Tebu .....	<b>7</b>
2.2.2 Abu Ampas Tebu .....	<b>8</b>
2.3 Silika .....	<b>8</b>
2.3.1 Definisi Silika .....	<b>8</b>
2.3.2 Struktur dan Sifat Silika.....	<b>9</b>
2.3.3 Kegunaan Silika.....	<b>11</b>



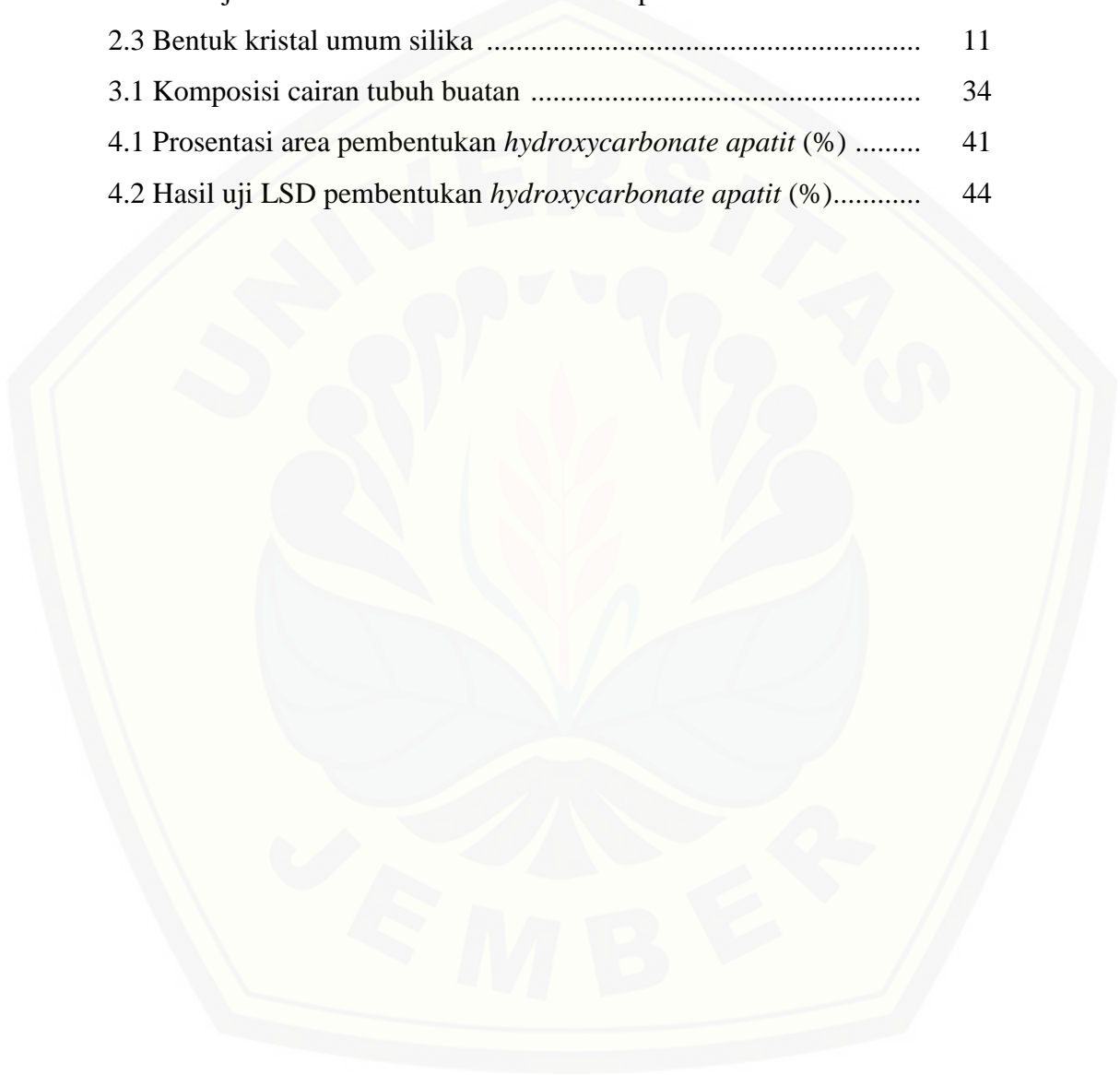
2.3.4 Metode Pembuatan Natrium Silika.....	11
2.4 <i>Bioactive Glass</i> .....	13
2.4.1 Definisi <i>Bioactive Glass</i> .....	13
2.4.2 Metode Pembuatan <i>Bioactive Glass</i> .....	13
2.4.3 Kegunaan <i>Bioactive Glass</i> .....	14
2.6 <i>Hydroxycarbonate apatite</i> (HCA) .....	16
2.6 Semen Ionomer Kaca .....	18
2.6.1 Sifat- Sifat Semen Ionomer Kaca .....	18
2.6.2 Jenis Semen Ionomer Kaca .....	19
2.6.3 Kelebihan dan kekurangan Semen Ionomer Kaca .	19
2.7 Sintering .....	20
2.7.1 Pengaruh peningkatan suhu sintering .....	21
2.7.2 Pengaruh peningkatan suhu sintering .....	21
2.8 X-Ray Fluorescence XRF .....	22
2.9 FTIR.....	22
2.10 Konsep Penelitian .....	25
2.11 Hipotesa Penelitian .....	26
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	27
3.1 Jenis Penelitian .....	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	27
3.2.1 Tempat Penelitian .....	27
3.2.2 Waktu Penelitian .....	27
3.3 Identifikasi Variabel .....	26
3.3.1 Variabel Bebas.....	26
3.3.2 Variabel Terikat .....	26
3.3.3 Variabel Terkontrol .....	26
3.4 Definisi Operasional .....	26
3.5 Sampel Penelitian .....	29
3.5.1 Kriteria Sampel Penelitian .....	29
3.5.2 Besar Sampel .....	29
3.5.3 Pengelompokan Sampel Penelitian .....	30

3.6 Alat dan Bahan Penelitian .....	30
3.6.1 Alat Penelitian .....	30
3.6.2 Bahan Penelitian .....	31
3.7 Prosedur Penelitian .....	32
3.7.1 Tahap persiapan .....	32
3.7.2 Pembuatan <i>Bioactive Glass</i> Berbasis dari .....	32
3.7.3 Pembuatan Cairan Tubuh Buatan .....	34
3.7.4 Manipulasi Semen Ionomer Kaca Sebagai Inti .....	35
3.7.5 Perendaman Dalam Cairan Tubuh Buatan .....	36
3.8 Metode Skoring .....	36
3.9 Analisis data .....	39
3.10 Alur Penelitian .....	40
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHSAN .....</b>	<b>41</b>
4.1 Hasil .....	41
4.2 Pembahasan .....	45
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Komposisi abu ampas tebu.....	8
2.2 Berat jenis silika kristal dan silika amorf pada suhu 273 K.....	10
2.3 Bentuk kristal umum silika .....	11
3.1 Komposisi cairan tubuh buatan .....	34
4.1 Prosentasi area pembentukan <i>hydroxycarbonate apatit</i> (%) .....	41
4.2 Hasil uji LSD pembentukan <i>hydroxycarbonate apatit</i> (%).....	44



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Tebu .....	6
2.2 Bentuk Tetrahedral Silika .....	9
2.3 Struktur silika .....	10
2.4 Ilustrasi pembentukan <i>Hydroxycarbonate apatite</i> .....	17
2.5 Skema penyusutan pori selama proses sintering .....	21
2.6 Pembagian empat wilayah daerah spektrum pada analisis FTIR...	24
3.1 Bentuk cetakan .....	35
4.1 Histogram area pembentukan HCA pada empat lapang .....	42
4.2 Gambaran SEM setelah diolah software adobe photoshop.....	43
4.3 Ilustrasi pembentukan HCA .....	47

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Lampiran Surat Identifikasi Tebu .....	58
B. Lampiran Surat Ijin Penelitian .....	59
C. Lampiran Bahan Penelitian .....	61
D. Lampiran Alat Penelitian .....	62
E. Lampiran Proses Pembuatan Bioactive Glass berbasis .....	63
F. Lampiran Hasil Pengamatan dengan SEM .....	68
G. Lampiran Persentase Area Adhesi HCA .....	71
H. Lampiran Hasil Uji SPSS .....	73
I. Lampiran Hasil FTIR .....	74
J. Lampiran Hasil Uji XRF .....	75

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ilmu biomaterial terus dikembangkan di berbagai penelitian. Salah satu yang dikembangkan adalah *bioactive glass* (Surbakti dkk., 2017; Zakaria dkk., 2019). *Bioactive glass* dapat berkontak dengan cairan tubuh buatan sehingga akan menghasilkan lapisan disebut *Hydroxycarbonate apatite* (HCA). *Hydroxycarbonate apatite* bersifat osteokonduktif yaitu kemampuan bahan untuk merangsang sel-sel osteoblas sehingga banyak digunakan dibidang kesehatan (Vollenweider dkk, 2007). Bidang kedokteran gigi *bioactive glass* dapat dimanfaatkan sebagai *coating implant* (Mistry dkk., 2011), *bone graft* (Vollenweider dkk, 2007), *scaffold* (Jones dkk., 2013), dan berpotensi sebagai bahan pengisi saluran akar karena bersifat antimikroba (Ylanen, 2011), serta bahan tambahan semen ionomer kaca sebagai *remineralizing agent*. Penelitian Budiartie (2014) menjelaskan bahwa *bioactive glass* dapat menstimulasi pembentukan dentin reparatif. Bahan ini mampu membentuk formasi lapisan *hydroxycarbonate apatite* yang dapat menginduksi pelepasan *growth factor* pada matriks dentin sehingga menstimuli sel progenitor untuk berproliferasi dan berdiferensiasi menjadi *odontoblast-like cell* (Octaria, 2015).

*Bioglas 4S5S* merupakan salah satu *bioactive glass silica* yang ditemukan pertama oleh Hench pada tahun 1970-an (Vichery dkk, 2016). *Bioactive glass* terdiri dari 45% SiO<sub>2</sub>, 24.5% Na<sub>2</sub>O dan Ca, 6% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan O. Kandungan silika yang terbesar ini berperan sebagai prekursor dalam proses pembuatan *bioactive glass* (Iqbal dkk, 2016). Sumber silika dapat diperoleh dari abu sekam padi, abu cangkang sawit, dan abu ampas tebu dari industri gula (Ismayana dkk, 2017). Silika dari ampas tebu memiliki beberapa keunggulan antara lain kuat tekan bahan yang berasal dari silika abu ampas tebu lebih tinggi dibandingkan dengan sekam padi (Kazmi, 2016), selain itu ampas tebu memiliki kandungan silika yang paling tinggi dibandingkan abu sekam padi maupun abu cangkang sawit (Kazmi, 2016). Menurut Susila (2011) kandungan silika dalam ampas tebu lebih dari 50% yaitu

sekitar 73,5% sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan prekursor *bioactive glass*.

Waktu penahan (*holding time*) dan suhu sintering yang digunakan pada proses ekstraksi silika, dapat mempengaruhi sifat dan struktur partikel silika. Berdasarkan penelitian Aman (2013) *holding time* (waktu penahan) selama 4 jam merupakan waktu yang optimum digunakan untuk proses ekstraksi silika dibandingkan menggunakan waktu penahan 2 jam atau 6 jam. Struktur partikel silika dapat mengalami perubahan seiring dengan perubahan suhu pemanasan. Peningkatan suhu dapat merubah bentuk silika menjadi silika kristalin dengan diikuti penurunan porositas, peningkatan kepadatan atau densitas, dan peningkatan ikatan antar partikel. Pemanasan abu ampas tebu dibawah 600°C menghasilkan silika berbentuk amorf sedangkan pemanasan diatas suhu 870°C menghasilkan silika berbentuk kristalin (Sembiring dkk., 2009). Silika kristalin memiliki ikatan antar partikel lebih kuat sehingga memiliki kekerasan dan densitas lebih baik daripada silika amorf. Temperatur sintering yang tinggi berperan pada peningkatan energi aktivasi yang mendorong pertumbuhan butir partikel suatu bahan semakin tinggi pula. Semakin banyak pertumbuhan butir partikel suatu bahan maka eliminasi porositas antar partikel bahan tersebut semakin tinggi, sehingga densitas bahan setelah sintering meningkat (Amin, 2009). Sintering pada suhu rendah menyebabkan porositas lebih besar dibandingkan sintering suhu tinggi. Porositas yang besar antar partikel tersebut digunakan sebagai media difusi kation dan anion dalam pembentukan HCA, yang mana pada porositas yang besar difusi kation lebih mudah sehingga meningkatkan pembentukan HCA. Pada porositas yang semakin kecil maka pertukaran kation dan anion lebih sulit (Regi dkk, 1999).

Perubahan pada partikel silika ini berpengaruh terhadap pembentukan HCA (Sembiring dkk., 2009). Sadjadi dkk (2011) melaporkan bahwa pada pembentukan apatit terjadi proses nukleasi antar partikel pada silika dengan ion-ion yang berasal dari cairan tubuh buatan, dimana pembentukan HCA lebih besar terjadi pada konsentrasi silika pada *bioactive glass* yang relatif tinggi. *Hidroxy carbonate apatite* terbentuk karena adanya pertukaran ion  $\text{Ca}^{+}/\text{Na}^{+}$  dari

cairan tubuh buatan dan ion  $H^+$  atau  $H_3O^+$  yang berasal dari *bioactive glass*. Pertukaran ion tersebut akan menyebabkan pH cairan tubuh menjadi alkali yang menyebabkan pecahnya ikatan  $SiO_2$  dan akan membentuk ikatan silanol sehingga dapat menginduksi pembentukan lapisan silika pada permukaan bahan yang berfungsi sebagai tempat pembentukan apatit (Kontonasaki dkk., 2002).

Semen ionomer kaca merupakan material restoratif terdiri dari bubuk dan likuid. Sifat yang paling penting dari material tersebut adalah kemampuannya melekat baik pada enamel dan dentin (Montazerian dkk., 2016). Semen ionomer kaca dapat melekat dengan enamel dan dentin melalui perlekatan kimia karena ada fluor (Anusavice, 2013) tetapi tidak bisa meningkatkan pembentukan apatit secara seluler. Disamping itu semen ionomer kaca memiliki keterbatasan yaitu mengalami kebocoran tepi sehingga dilakukan modifikasi pencampuran bahan *bioactive glass* dengan semen ionomer kaca sebagai *remineralizing agent* karena dapat membentuk lapisan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) (Kinasih, 2013). Penelitian Budiartie (2014) menjelaskan bahwa terdapat pembentukan dentin reparatif apabila *bioactive glass* dicampurkan dengan semen ionomer kaca. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Hidayat (2017) apabila *bioactive glass* dari abu ampas tebu dicampurkan pada semen ionomer kaca, HCA yang terbentuk belum teramati dengan jelas, sehingga pada penelitian ini peneliti menggunakan inti atau *core* dari semen ionomer kaca sebagai tempat adhesi dari pembentukan HCA. Terdapat kemungkinan bahwa pada suhu  $600^\circ C$  HCA yang terbentuk lebih banyak daripada suhu  $900^\circ C$ . Hal tersebut didasarkan bahwa pada tingkat kekristalan rendah ikatan antar partikel tidak terlalu kuat sehingga hasil ekstraksi silika akan meningkat. Peningkatan hasil ekstraksi silika berhubungan dengan pembentukan HCA.

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh perbedaan suhu sintering silika  $600^\circ C$  dan  $900^\circ C$  dengan waktu penahan (*holding time*) 4 jam terhadap persentase pembentukan HCA sehingga diharapkan dapat menganalisis pengaruh suhu sintering terhadap persentase adhesi HCA terhadap inti atau *core* semen ionomer kaca (SIK).



## 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana perbedaan suhu sintering 600°C dan 900°C dengan waktu penahan (*holding time*) 4 jam terhadap persentase adhesi *hydroxycarbonat apatit* (HCA) *bioactive glass* berbasis dari abu ampas tebu terhadap inti atau *core* semen ionomer kaca?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisis perbedaan suhu sintering silika 600°C dan 900°C dengan waktu penahan (*holding time*) 4 jam terhadap persentase adhesi *hydroxycarbonate apatit* (HCA) *bioactive glass* berbasis dari abu ampas tebu terhadap inti atau *core* semen ionomer kaca

## 1.4 Manfaat Penelitian

- 1.4.1 Upaya meningkatkan nilai guna limbah ampas tebu yang kurang dimanfaatkan secara optimal khususnya dibidang kedokteran gigi
- 1.4.2 Memberikan informasi tentang persentase adhesi *hydroxycarbonat apatit* (HCA) dari *bioactive glass* yang berasal dari abu ampas tebu yang dipengaruhi oleh perbedaan suhu sintering terhadap SIK
- 1.4.3 Penelitian ini dapat digunakan sebagai rujukan untuk dilakukan penelitian lanjutan



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tebu

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) termasuk dalam tanaman rumput-rumputan. Tanaman Tebu (Tiwu atau Rosan) tumbuh di daerah tropis dan sub tropis. Tebu dapat dijadikan sebagai bahan baku gula dan vetsin. Batang tebu yang diperas akan menghasilkan gula. Proses pembuatan tersebut akan dihasilkan 5% gula, 90% ampas (bagas) tebu, sisanya berupa tetes (*mollase*) dan air (Sari dkk., 2019).

Perkembangan tanaman tebu bisa dipengaruhi oleh ketersediaan air, udara, dan tekstur tanah. Berbagai sumber menyebutkan bahwa pH tanah yang mengandung NaCl atau asam kurang sesuai sehingga dianjurkan menanam tanaman tebu pada pH 5,5 sampai 8. Tanaman tebu yang banyak mengandung NaCl sulit dimasak menjadi gula (Sudiarso, 2016). Tanaman tebu sesuai pada tanah yang tidak terlalu kering dan tidak terlalu basah (Alluvial, Grumosol, latosol). Pengairan dan drainase penting untuk perkembangan dimana akar tanaman tebu sensitif terhadap kekurangan udara dalam tanah.. Lahan yang paling sesuai kurang dari 500 m diatas permukaan laut. Ketinggian 1200 m diatas permukaan laut pertumbuhan tanaman relative lambat (Litbang Pertanian, 2016)

#### 2.1.1 Produksi Tebu di Indonesia

##### a. Perkembangan Luas Areal Perkebunan Tebu di Indonesia

Data pusat statistik tahun 2015 menjelaskan bahwa selama tiga tahun terakhir perkembangan luas areal perkebunan tebu di Indonesia cukup fluktuatif. Tahun seluas 470,94 ribu hektar dan mengalami kenaikan pada tahun 2014 sekitar 0,37 persen menjadi 472,68 ribu hektar. Tahun 2015 luas areal perkebunan tebu Indonesia mengalami penurunan menjadi 455,82 ribu hektar atau turun sekitar 3,57 persen.

## b. Perkembangan Produksi Tebu di Indonesia

Data pusat statistik tahun 2015 produksi tebu di Indonesia selama tiga tahun terakhir terlihat cukup fluktuatif. Tahun 2013 produksi Tebu mencapai 2,55 juta ton dan mengalami kenaikan sebesar 0,86 persen pada tahun 2014 menjadi sebesar 2,58 juta ton. Tahun 2015 produksi tebu mengalami penurunan sebesar 1,57 persen atau menjadi 2,53 juta ton.

### 2.1.2 Klasifikasi

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Super Divisi	: Spermatophyta (Tumbuhan yang menghasilkan biji)
Divisi/ fillum	: Magnoliophyta (Tumbuhan yang memiliki bunga)
Kelas	: Liliopsida (Tumbuhan dengan biji berkeping satu atau monokotil)
Ordo	: Poales
Famili/suku	: Graminae atau poaceae
Genus	: Saccharum
Species	: Saccarum officinarum Linn (Sari dkk., 2019)



Gambar 2.1 Tebu (Koleksi pribadi, 2019)

### 2.1.3 Morfologi Tebu

#### a. Morfologi Batang Tanaman Tebu

Batang tanaman tebu tidak memiliki cabang yang dapat mencapai ketinggian 3-5 meter atau lebih. Kulit batang tanaman tebu berwarna hijau, merah tua, ungu, maupun kombinasi dari warna – warna tersebut.

Lapisan lilin tampak berwarna keabu-abuan pada batang tanaman tebu yang masih muda (Sari dkk., 2019).

b. Morfologi Daun Tanaman Tebu

Daun pada tebu tergolong daun tidak lengkap yaitu hanya terdiri dari helaian daun dan pelepah daun yang tidak dilengkapi oleh tangkai daun. Ciri-ciri daun tebu berpangkal pada buku dari batang tanaman tebu dengan kedudukan berseling. Pelepah daun pada tanaman tebu memeluk batang yang semakin ke atas akan semakin sempit. Pada pelepah tersebut terdapat bulu-bulu dengan pertulangan daun berbentuk sejajar (Sari dkk., 2019).

c. Morfologi Akar Tanaman Tebu

Tanaman tebu memiliki jenis akar serabut. Tanaman tebu masih muda terdapat dua macam akar yaitu akar tunas dan akar stek. Akar tunas berasal dari tunas, berumur panjang dan tetap ada selama tebu masih tumbuh. Sedangkan akar stek berasal dari stek batang tanaman tebu yang hanya ada saat tanaman tebu masih muda dan berumur pendek (Sari dkk., 2019).

d. Morfologi Bunga Tanaman Tebu

Bunga pada tanaman tebu merupakan jenis bunga majemuk dengan panjang berkisar antara 70-90 cm. Masing – masing bunga pada tanaman tebu memiliki tiga daun kelopak, tiga benang sari, dua kapala putih dan satu daun mahkota (Sari dkk., 2019)

## 2.2 Ampas Tebu

### 2.2.1 Definisi Ampas Tebu

Ampas tebu (*bagasse*) merupakan zat padat mengandung serat selulosa yang didapatkan dari sisa pengolahan tebu pada industri pengolahan gula pasir (Agredo dkk., 2014). Ampas tebu merupakan limbah padat yang berasal dari perasan batang yang telah diambil niranya. Sebagian besar ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar ketel (boiler) yang menghasilkan limbah hasil pembakaran berupa abu ampas tebu (Srivastava dkk., 2008). Indonesia pada tahun 2007 dapat

memproduksi tebu sebesar 21 juta ton dengan potensi ampas yang dihasilkan kurang lebih 6 juta ton ampas setiap tahunnya (Ismayana dkk., 2017).

### 2.2.2 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu (*bagasse*) merupakan hasil penggilingan tebu pada industri gula yang telah diambil niranya (Kurniasari dkk., 2018). Industri gula menghasilkan dua jenis abu yaitu abu terbang dan abu dasar. Abu terbang merupakan abu ampas tebu yang keluar lewat bagian atas cerobong dan abu dasar yaitu abu ampas tebu yang keluar lewat bagian bawah ketel (Srivastava dkk., 2008).

Hasil analisa XRF menjelaskan bahwa abu ampas tebu mengandung mineral–mineral yang berupa Si, K, Ca, Ti, V, Mn, Fe, Cu, Zn dan P. Beberapa sumber menyebutkan bahwa kandungan yang paling besar dari mineral– mineral tersebut adalah silikon (Si) sehingga abu ampas tebu berpotensi sebagai bahan baku pembuatan silika gel. Pemanfaatan tersebut akan meningkatkan nilai tambah yang lebih dengan memanfaatkan limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik gula (Kristianingrum, 2011). Komposisi abu ampas tebu tertera pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Komposisi abu ampas tebu (Widodo dkk., 2017)

No	Komponen	Komposisi (% berat)
1	SiO <sub>2</sub>	73,5
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,6
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,7
4	CaO	3,0
5	MgO	2,6
6	K <sub>2</sub> O	7,1
7	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,7

## 2.3 Silika

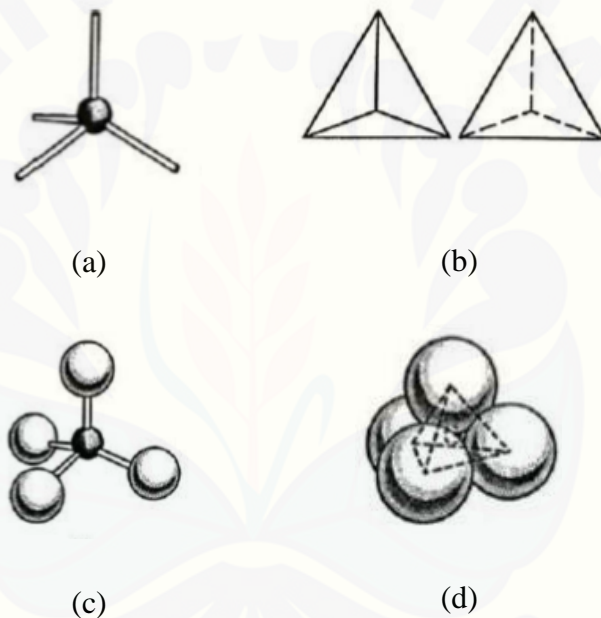
### 2.3.1 Definisi Silika

Silika dengan rumus molekul SiO<sub>2</sub> (silika dioksida) adalah senyawa kimia polimer anorganik yang tersusun atas unsur silikon dan oksigen yang sering digunakan dalam kehidupan manusia karena memiliki banyak potensi pemanfaatan yang luas. Silika merupakan golongan VI yang mempunyai

ketahanan tinggi terhadap abrasi, stabilitas termal tinggi, dan isolator listrik. Silika dapat diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis (Karimullah dkk., 2018).

### 2.3.2 Struktur dan Sifat Silika

Silika memiliki struktur tetrahedral ( $\text{SiO}_4$ ) yang mengandung ikatan Si-O yaitu ikatan unsur yang paling stabil dari semua ikatan Si - X. Atom silikon dikelilingi oleh empat atau enam atom oksigen. Empat atom oksigen di sudut-sudut tetrahedron dengan ion silikon di pusat ruang yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 (Maula, 2015).



Gambar 2.2 Bentuk tetrahedral silika (Maula, 2015)

- (a) model ball and stick; (b) solid tetrahedron;  
(c) skeletal tetrahedron; (d) model space-filling

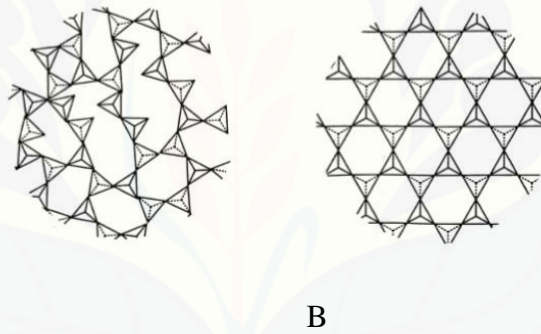
Silika memiliki bentuk yang sangat luas, diantaranya berstruktur amorf dan kristal (*quartz, cristobalite, tridymite*) (Susilo dkk, 2016). Struktur silika amorf berbeda dengan silika kristal, struktur silika amorf seperti pada Gambar 2.3. Ikatan  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  silika amorf tidak beraturan yang akan menghasilkan struktur nonperiodik. Perbedaan struktur antara silika amorf dan silika kristal menyebabkan keduanya memiliki berat jenis yang berbeda seperti yang tertera pada Tabel 2.2 (Maula, 2015).



Tabel 2.2 Berat jenis silika kristal dan silika amorf pada suhu 273 K(Maula, 2015)

Silika	Berat Jenis (g/ml)
Coesite	3.01
$\alpha$ -Quartz	2.65
$\beta$ -Quartz	2.53
$\beta$ -Trydimite	2.26
$\beta$ -Cristobalite	2.21
Amorf	2.20

Kristal silika quartz, cristobalite, tridymite, setiap ion silikonnya mengikat empat atom oksigen dan setiap atom oksigen terikat dua atom silikon. Struktur kristal silika quartz stabil dibawah suhu 870°C, tridymite dibawah 1470°C, cristobalite dibawah 1710°C. Bentuk struktur silika ditunjukkan pada Gambar 2.3 (Maula, 2015).



Gambar 2.3 Struktur silika (Maula, 2015)  
(a) Silika amorf (b) Silika kristalin

Silika mempunyai sifat kimia berwarna putih ketika dalam bentuk murni, berat molekul 60,1, densitas 2,2 g/cm<sup>3</sup>. Silika merupakan material yang tidak mudah terbakar, memiliki stabilitas yang baik pada suhu tinggi, dan silika juga merupakan material yang tidak menghantarkan listrik (isolator) (Maula, 2015).

Tabel 2.3 Bentuk kristal umum silika (Smallman, R.E dan R.J. Bishop, 2000)

Bentuk	Rentang stabilitas (°C)	Modifikasi	Kerapatan (Kg/m <sup>3</sup> )
Kristobalit	1470 – 1723 (titik leleh)	$\beta$ – (kubik)	2210
		$\alpha$ – (tetragonal)	2230
Tridimit	870 – 1470	$\gamma$ – (?)	-
		$\beta$ – (heksagonal)	2300
		$\alpha$ – (orthorombik)	2270
Kuarsa	< 870	$\beta$ – (heksagonal)	2600
		$\alpha$ – (trigonal)	2650

### 2.3.3 Kegunaan Silika

Silika adalah unsur dengan kegunaan tinggi dalam berbagai macam ruang lingkup, seperti bioteknologi, lingkungan, industri semen, komposit, dan medis. Hal ini disebabkan silika memiliki sifat yang terbukti memiliki stabilitas tinggi, fleksibilitas kimia, dan biokompatibilitas yang berperan penting bagi berbagai lingkup (Fadhulloh dkk., 2014). Silika dapat dimanfaatkan diantaranya sebagai penyerap dan penopang katalis. Adanya gugus –OH yang mampu membentuk ikatan hidrogen dengan gugus yang sama dari molekul yang lain menyebabkan silika dapat digunakan sebagai adsorben (Karimullah dkk., 2018).

Pemanfaatan silika dapat diperluas dengan melakukan sintesis silika dalam ukuran nano. Nanopartikel adalah partikel berukuran sekitar 10-100 nm. Nanopartikel memiliki sifat yang khas seperti luas permukaan yang besar, jumlah atom dipermukaan yang besar, energi permukaan dan tegangan permukaan yang tinggi sehingga banyak diminati karena memiliki ukuran partikel yang sangat kecil (Ismayana dkk., 2017). Nanopartikel silika memiliki beberapa sifat yaitu memiliki luas permukaan besar, elastisitasnya rendah, ketahanan panas yang baik dan kekuatan mekanik yang tinggi (Susilo dkk., 2016).

### 2.3.4 Metode Pembuatan Natrium Silikat

Silika dari pertanian dapat dijadikan sumber silika dalam pembuatan berbagai material berbahan dasar silika, seperti natrium silikat. Natrium silikat dapat dibuat melalui melalui dua tahap, yaitu isolasi silika dan destruksi dengan NaOH yang diikuti dengan peleburan (Trivana dkk., 2015).



a. Pengabuan dan Pencucian

Sampel ampas tebu dibakar menghasilkan arang ampas tebu kemudian diabukan dalam *muffle furnace* menggunakan krus porselin (Kristianingrum dkk., 2011). Proses pengarangan dimaksudkan saat proses pengabuan tidak membutuhkan waktu yang lama. Suhu dan lamanya proses pengabuan mempengaruhi kristalinitas silika (Umah, 2010). Abu ampas tebu tersebut diayak kemudian dicuci dengan HCl (Kristianingrum dkk., 2011). Proses pemurnian yang menggunakan HCl dikarenakan sifat kimia SiO<sub>2</sub> tidak larut/ reaktif terhadap semua asam kecuali HF, sehingga rendemen SiO<sub>2</sub> yang terbentuk tidak berkurang (Trivana dkk., 2015). Abu bagasse yang telah dicuci disaring dan dibilas dengan akuades hingga netral. Kemudian dikeringkan dalam oven (Kristianingrum dkk., 2011).

b. Preparasi Larutan Natrium Silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>)

Abu ampas tebu kering dilebur menggunakan menggunakan larutan NaOH. Larutan Natrium Silikat yang terbentuk disaring (Trivana dkk., 2015). Peleburan mengakibatkan NaOH meleleh dan terdisosiasi sempurna membentuk ion Na<sup>+</sup> dan ion OH<sup>-</sup>. Elektronegativitas atom O yang tinggi pada SiO<sub>2</sub> menyebabkan Si lebih elektropositif dan terbentuk intermediet [SiO<sub>2</sub>OH]<sup>-</sup> yang tidak stabil dan akan terjadi dehidrogenasi. Ion OH<sup>-</sup> yang kedua akan berikatan dengan hidrogen membentuk molekul air dan dua ion Na<sup>+</sup> akan menyeimbangkan muatan negatif ion SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup> sehingga terbentuk natrium silikat (Muljiyanti, 2010). Reaksi yang terjadi pada proses peleburan adalah sebagai berikut:  $\text{SiO}_{2(s)} + 2\text{NaOH}_{(l)} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}$

## 2.4 *Bioactive Glass*

### 2.4.1 Definisi *Bioactive Glass*

Sejak penemuan pada tahun 1970-an oleh Hench, *bioactive glass* telah menjadi subjek intensif penelitian sebagai biomaterial untuk perbaikan dan penggantian jaringan tulang (Vichery dkk., 2016). *Bioactive glass* pada awalnya dirancang sebagai bahan *bonegraft* yang tidak menyebabkan pembentukan kapsul berserat, tetapi terikat langsung ke jaringan hidup (Jones, 2013). *Bioactive glass* adalah salah satu yang merangsang proliferasi sel, respons gen dan pembentukan ikatan antara jaringan hidup dan material. Karakteristik umum dari *bioactive glass* adalah dapat meningkatkan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) yang aktif secara biologis. Fase HCA yang terbentuk pada *bioactive glass* secara kimiawi dan struktural setara dengan fase mineral tulang. Kesamaan ini adalah kunci untuk ikatan interfacial (Montazerian dkk., 2016)

### 2.4.2 Metode Pembuatan *Bioactive Glass* dengan Metode Sol Gel

*Bioactive glass* dapat dibuat dengan menggunakan dua metode yaitu metode *traditional melt-quenching* dan metode sol-gel. Metode sol-gel dasarnya berbasis kimia di mana larutan yang mengandung prekursor komposisi mengalami reaksi 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). Pada tahun 1969 bahan *bioactive glass* pertama ditemukan yang disebut Bioglass 45S5 (silika (SiO<sub>2</sub>) sebanyak 46,1 mol % dan campuran bahan lainnya, seperti 26,9 mol % kalsium oksida (CaO), 24,4 mol% sodium oksida (Na<sub>2</sub>O), dan 2,6 mol% phosphorous pentoxide (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)) (Jones, 2013). Dengan metode sol-gel didapatkan hasil sintesis silika gel yang memiliki kemurnian yang tinggi dibandingkan dengan metode-metode lainnya yang terdiri dari hidrolisis, kondensasi, dan Pematangan Gel (*Ageing*) (Trivana dkk., 2015)

### 2.4.3 Kegunaan *Bioactive Glass*

#### a. Bone graft

*Bioactive glass* memiliki banyak aplikasi terutama dibidang perbaikan tulang. Dibidang orthopedik sering disebut dengan Novabone. Food and Drug Administration (FDA) pada tahun 2015 mengizinkan penggunaan 45S5 (*bioactive glass*) untuk osteostimulasi. Penelitian lain melaporkan bahwa *bioactive glass* memiliki efek osteostimulatori bersama dengan fungsi osteokonduktif (Boccaccini dkk., 2010).

Fungsi graft untuk mendorong osteogenesis dapat melalui 3 cara, yaitu membelah diri, osteoinduksi, dan osteokonduksi. Sebagai *bone graft*, *bioactive glass* bersifat osteokonduktif yaitu kemampuan bahan untuk merangsang sel-sel osteoblas sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki tulang seperti keadaan semula. Kontribusi graft dimulai dengan proses osteokonduksi yaitu membuat kerangka sebagai matrik tulang di jaringan resipien. Kemudian dilanjutkan dengan stimulasi pembentukan tulang sebagai proses osteoinduksi (Vollenweider dkk, 2007).

#### b. *Bioactive Glass Scaffold*

Partikel *bioactive glass* 45S5 telah dipelajari sebagai unsur dalam komposit scaffold berdasarkan bioinert atau biodegradable. *Bioactive glass* memiliki karakteristik sebagai bahan scaffold sebagai perbaikan jaringan tulang. *Bioactive glass* ini mengalami reaksi spesifik yang mengarah pada pembentukan kristal hidroksiapatit yang menghasilkan ikatan stabil dengan jaringan di sekitarnya (Jones dkk., 2013). Meskipun kekuatan mekanik rendah sebagai scaffold, *bioactive glass* terbatas penggunaannya untuk perbaikan tulang yang tidak menahan beban berat. Tetapi beberapa peneliti telah mencoba mengatasi masalah tersebut masalah tersebut dengan mengoptimalkan komposisi, suhu sintering dan proses pembuatan. Kekuatan, modulus elastis, dan sifat mekanis lainnya sangat penting bagi scaffold yang ditanamkan untuk perbaikan tulang (Liu dkk., 2011)

Kemampuan scaffold *bioactive glass* untuk mendukung fungsi sel dan proliferasi pada pertumbuhan jaringan klinis telah dipublikasikan dalam

banyak penelitian (Fu dkk., 2007). Terlepas dari kerapuhan, *Bioactive glass* memiliki seperangkat sifat yang khas seperti pembentukan lapisan hidroksiapatit dan pelepasan ion selama proses degradasi yang menguntungkan untuk osteogenesis, angiogenesis, dan khondrogenesis (Rahaman dkk., 2011).

c. Pelapisan (*coating*) Implan Gigi

Telah ada inisiasi penelitian dalam pelapisan implan logam dengan *bioactive glass*. Telah dilaporkan sebelumnya bahwa terbentuk ikatan antara biokeramik yang diimplantasikan dengan jaringan alami sebagai hasil dari lapisan biologis aktif yang terbentuk pada permukaan implan oleh bahan bioaktif (Rahaman dkk., 2011). Dalam penelitian lain, terdapat perbandingan implan gigi Ti-alloy yang dilapisi dengan *bioactive glass* dan disimpulkan bahwa bahan tersebut tidak beracun dan biokompatibel dan menunjukkan sifat osseointegrasi yang baik (Mistry dkk., 2011). Saat ini banyak dikembangkan implan yang dilapisi dengan *bioactive glass* untuk mencapai osseointegrasi yang baik dengan tulang alveolar. Menggunakan *bioactive glass* dalam implan gigi sebagai bahan pelapis menunjukkan regenerasi tulang yang lebih baik terhadap permukaan logam implan (Koller dkk., 2007).

Selain itu, partikel *bioactive glass* telah ditambahkan ke implan komposit untuk meningkatkan osteointegrasi dan menginduksi efek antibakteri. Partikel *bioactive glass* juga telah digunakan untuk meningkatkan kekuatan mekanik dari komposit biopolimer (Boccaccini dkk., 2017).

d. Efek antimikroba

*Bioactive glass* merupakan bahan yang menarik dalam kedokteran gigi karena efek antimikroba. Efek antimikroba dari *bioactive glass* telah dikaitkan dengan kemampuan untuk meningkatkan pH. Studi *bioactive glass* konvensional menunjukkan efektivitas antibakteri pada gigi manusia lebih rendah daripada kalsium hidroksida. Beberapa upaya telah dilakukan untuk meningkatkan keefektifan antimikroba dari *bioactive glass* misalnya digunakan nanometrik 45S5 kaca bioaktif untuk meningkatkan sifat antibakteri terhadap strain *Enterococcus faecalis*. Studi menunjukkan bahwa



selain luas permukaan tinggi nanopartikel *bioactive glass*, efek antimikroba juga terkait dengan jumlah natrium dan karenanya lingkungan alkali yang dihasilkan. Kapasitas basa dan sifat antibakteri dari bioaktif glass menyebabkan kandidat potensial untuk perawatan desinfeksi saluran akar (Ylanen, 2011).

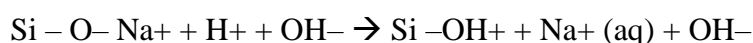
### 2.5 Hydroxycarbonate apatite (HCA)

*Hydroxycarbonate apatite* (HCA) adalah hasil substitusi ion karbonat dengan gugus fosfat dari hidroksi apatit. Rumus kimia karbonat apatit ialah  $(\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4, \text{CO}_3)_6(\text{OH})_2)$ . HCA ini dapat dimanfaatkan sebagai material substitusi tulang dan remineralisasi email gigi (Jones dkk., 2013). Komposisi kimia tulang terdiri dari 67% inorganik dan 33% organik. Inorganik pada tulang terdiri dari hidroksiapatit sedangkan organik terdiri dari 28% kolagen dan 5% protein non-kolagen. Hal inilah yang menjadi dasar penggunaan karbonat apatit sebagai bahan *bone graft* atau bahan perbaikan tulang yang lain, karena kandungan kalsium dan fosfat yang dimilikinya membuatnya sama dengan struktur alami tulang manusia (Ayukawa dkk., 2015):

*Bioactive glass* mengalami reaksi biologis tertentu pada permukaan yang merangsang proliferasi sel, respons gen, dan pembentukan ikatan antara jaringan hidup dan material. *Hydroxycarbonate apatite* (HCA) merupakan lapisan yang terbentuk akibat *bioactive glass* yang berkontak dengan cairan tubuh. Selain itu HCA juga dapat meningkatkan respon sel dan sifat osteokonduktivitas serta menurunkan ion-ion logam ketika digunakan sebagai bahan pelapis implan tulang (Jones dkk., 2016).

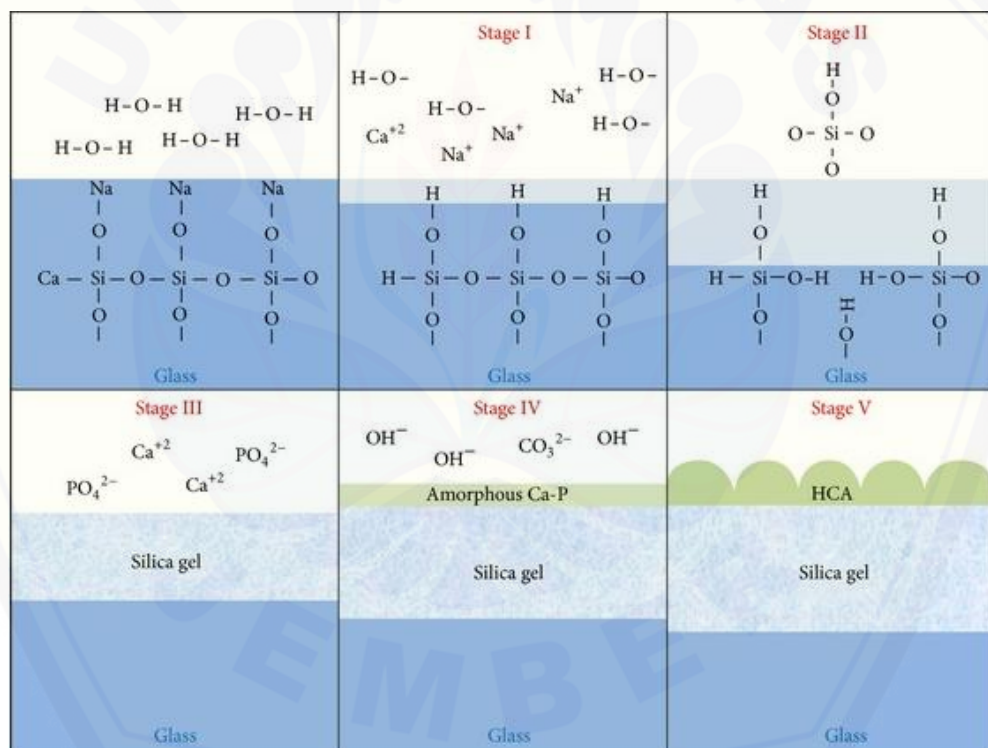
Mekanisme pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) oleh *bioactive glass silica* adalah (Yu dkk., 2018):

1. Ion  $\text{Na}^+$  dan/  $\text{Ca}^+$  yang berasal dari bahan *bioactive glass silica* bereaksi dengan ion  $\text{H}^+$  yang berasal air, saliva, atau cairan tubuh. Reaksi tersebut merupakan reaksi substitusi sehingga menghasilkan kelompok ikatan silanol ( $\text{Si} - \text{OH}$ ).



2. Reaksi di atas akan meningkatkan nilai pH lokal (peningkatan OH<sup>-</sup>)
3. Peningkatan pH akan menyebabkan silika SiO<sub>2</sub> membentuk Si(OH)<sub>4</sub> sehingga pembentukan kelompok ikatan silanol (Si – OH) akan terus berlanjut.  

$$\text{Si} - \text{O} - \text{Si} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Si} - \text{OH} + \text{OH} - \text{Si}.$$
4. Apabila pH dibawah 9,5, Si(OH)<sub>4</sub> mengalami kondensasi dan polimerisasi silika kemudian terbentuk lapisan silika gel. Reaksi selanjutnya adalah terjadinya perpindahan ion – ion kalsium Ca<sup>2+</sup> dan fosfat PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ke luar lapisan silika gel untuk membentuk lapisan kalsium fosfat.
5. OH<sup>-</sup> dan CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> dari cairan tubuh kemudian akan bergabung dengan lapisan kalsium, dan pada akhirnya akan terjadi kristalisasi menjadi *hydroxycarbonate apatite* (HCA).



Gambar 2.4 Ilustrasi Pembentukan HCA (Renno dkk., 2013)

## 2.6 Semen Ionomer Kaca (SIK)

SIK material restorasi gigi yang pertama kali diperkenalkan oleh Wilson dan Kent pada tahun 1972. Bahan ini terdiri dari bubuk kaca kalsium alumino silikat yang dikombinasikan dengan polimer dalam air atau asam. Komponen yang terkandung dalam bubuk kaca adalah:  $\text{SiO}_2$  (35,2-41,9%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (20,1-28,6%),  $\text{CaF}_2$  (15,7-20,1%),  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  (4,1-9,3%),  $\text{AlF}_3$  (1,6-8,9%), dan  $\text{AlPO}_4$  (3,8-12,1%) (Anusavice, 2013).

### 2.6.1 Sifat- Sifat Semen Ionomer Kaca (McCabe dkk., 2014)

- a. Kemampuan semen ionomer kaca melekat baik pada enamel maupun dentin. Beberapa teori menyebutkan bahwa mekanisme perlekatannya secara kimiawi yaitu molekul poliasid berikatan dengan kalsium pada permukaan gigi
- b. Kekuatan lentur (*tensile strength*) semen ionomer kaca berkisar 12 MPa serta secara kohesif sering terjadi tekanan (*stress*) sekitar 5 Mpa sehingga keadaan ini menyatakan bahwa ada keadaan suatu zona konsentrasi stress di dalam semen yang terjadi akibat suatu *bonding* ke gigi
- c. Semen ionomer kaca memiliki kompatibilitas yang baik
- d. Nilai disfusivitas termal dari semen ionomer kaca baik untuk dentin sehingga material ini memiliki pengaruh pencegahan termal yang baik terhadap jaringan pulpa
- e. Ionomer kaca memiliki reistensi terhadap abrasi relatif buruk yang menyebabkan kekasaran tertentu terhadap suatu permukaan
- f. Memiliki sifat translusensi yang baik terhadap gigi
- g. Diketahui bahwa sifat fisikokimia, mekanis, karakteristik pengerasan dan kerja semen ionomer kaca tergantung pada beberapa faktor, seperti komposisi kaca aluminosilikat dan liquid asam poli akrilik yang digunakan dalam formulasi, ukuran partikel bubuk kaca, proporsi relatif unsur dalam campuran semen (kaca/asam poli akrilik/asam tartar/air)



## 2.6.2 Jenis Semen Ionomer Kaca

### a. Tipe 1

Tipe 1 semen ionomer kaca digunakan sebagai bahan perekat atau *luting cement* pada inlay, mahkota buatan dan gigi tiruan sebagian tetap. Contoh produk tipe ini yaitu GC Fuji 1, GC Fuji Plus, dan GC Fuji CM (Nakao, 2016).

### b. Tipe 2

Semen ionomer kaca tipe 2 digunakan sebagai bahan restorasi (GC Fuji II dan GC Fuji IX). GC Fuji II bersifat sangat estetik, proses finishing cepat, mampu melepaskan fluoride dan recharge fluoride. GC Fuji IX digunakan sebagai bahan restorasi untuk karies gigi posterior. Beberapa manfaat GC Fuji IX adalah bersifat biokompatibel, memiliki kekuatan tekan sangat baik dibandingkan dengan produk GC lainnya, mampu melepaskan fluoride dan recharge fluoride (Nakao, 2016). GC Fuji IX merupakan semen ionomer kaca tipe high – viscosity yang diproduksi dengan ukuran partikel bubuk lebih kecil daripada semen ionomer kaca tipe lainnya (Singla, dkk., 2012).

### c. Tipe 3

Semen ionomer kaca tipe III digunakan sebagai bahan pelapik pulpa dan bahan pit-and-fissure sealants (Rizzante, dkk., 2015). Beberapa contoh produk tipe ini adalah GC Fuji II, GC Fuji IX, GC Fuji Lining, dan GC Fuji Filling LC (Nakao, 2016).

## 2.6.3 Kelebihan dan Kekurangan Semen Ionomer Kaca (Anusavice, 2013)

### a. Kelebihan Semen Ionomer Kaca

Sifat signifikan dari glass ionomer adalah adhesi dengan struktur gigi, pelepasan fluoride dalam jangka waktu yang lama, efek minimal terhadap pulpa, biokompatibel, memiliki koefisien ekspansi termal yang lebih kurang sama dengan struktur gigi, sewarna gigi, dan toksisitas yang rendah. Namun, peka terhadap dehidrasi dini pada proses pengerasan, khususnya semen konvensional, dan rapuh/brittle sehingga tidak cocok digunakan pada daerah

yang menerima tekanan. Dilihat dari sifat ini, semen ionomer kaca dapat digunakan sebagai bahan fisur sealant, restorasi proksimal anterior, restorasi servikal (baik karies dan non-karies), pada gigi sulung, sebagai pelapis dan semen perekat, dan sebagai bahan band ortodontik dan braket.

b. Kelemahan Semen Ionomer Kaca

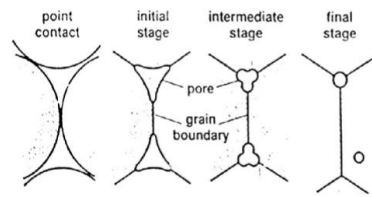
Disamping kelebihan, semen ionomer kaca memiliki beberapa kelemahan seperti waktu kerja pendek, brittleness, ketahanan terhadap fraktur rendah, daya tahan rendah terhadap pemakaian, rentan terhadap kontaminasi uap atau dehidrasi selama tahap awal reaksi setting jika dibandingkan dengan amalgam dan bahan resin komposit modern.

## 2.7 Sintering

Sintering merupakan suatu proses perlakuan panas terhadap suatu serbuk pada suhu tinggi. Saat padatan serbuk di sintering, material tersebut mengalami perubahan kekuatan dan pengaruh elastisitas, kekerasan dan kekuatan patahan, konduktivitas listrik dan termal, permeabilitas gas dan cairan, ukuran dan bentuk partikel, ukuran dan bentuk pori, komposisi kimia, dan struktur kristal (Rifai, 2016)

Teknik sintering adalah suatu reaksi yang terjadi pada proses pembakaran dengan suhu yang terkontrol sehingga tingkat porositas berkurang dan densitas relatif, kekerasan serta kekuatan tarik (*mechanical strength*) bertambah/naik. Dengan teknik sintering, keuntungan yang dapat diperoleh, yakni porositas, ukuran partikel, luas permukaan dengan tingkat homogenitas tinggi (Sembiring, 2007).

Sintering adalah pengikatan antara partikel-partikel serbuk pada suhu tinggi tetap tetap dibawah titik leleh suatu bahan. Gambar 2.5 Skema penyusutan pori-pori antar partikel serbuk selama proses sintering. Pada kondisi awal adalah kondisi setelah kompaksi, yaitu masih terdapat pori-pori antar partikel serbuk. Awal proses sintering mulai terjadi pengikatan antar partikel serbuk sehingga pori-pori mulai mengecil (Karso, 2012).



Gambar 2.4 Skema penyusutan pori selama proses sintering (Karso, 2012)

### 2.7.1 Pengaruh peningkatan suhu sintering terhadap struktur silika

Kenaikan suhu sintering menyebabkan beberapa perubahan yaitu:

- karakteristik struktur menunjukkan bahwa silika mengalami tranformasi fasa amorph menjadi kristal (Sembiring dkk, 2007)
- Tingkat kecerahan warna dari abu semakin tinggi seiring peningkatan suhu pengabuan (Ummah, 2010)
- Semakin tinggi temperatur maka tingkat porositas akan menurun. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu tahan dan semakin tinggi temperatur sintering akan meningkatkan energi aktivasi sehingga daya dorong pertumbuhan butir semakin tinggi pula. Semakin banyak pertumbuhan butir yang terjadi maka eliminasi porositas semakin tinggi pula, sehingga densitas setelah sinter meningkat (Amin, 2009).

### 2.7.2 Pengaruh peningkatan suhu sintering terhadap pembentukan HCA

Pembentukan lapisan HCA dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang sangat berkaitan diantaranya yaitu ukuran partikel dari bahan *bioactive glass*, pertukaran ion, laju kelarutan bahan, dan lama perendaman (Greenspan, dkk., 2007; Polini, 2013). Selain itu pembentukan HCA dipengaruhi oleh komposisi kimia, struktur, tekstur, dan luas permukaan *bioactive glass*. Pembentukan HCA juga dapat ditingkatkan dengan melakukan sintesis silika dalam ukuran nano dengan metode sol gel (Ismayana dkk, 2017). Adanya hubungan antara laju pelarutan dengan pembentukan HCA dimana semakin cepat proses laju pelarutan maka semakin cepat juga proses terbentuknya HCA. Selain kelarutan bahan, pembentukan HCA juga dipengaruhi oleh ukuran partikel dari bahan *bioactive glass*, dimana dalam ukuran partikel nanometer lebih efektif dibandingkan ukuran

mikrometer, karena ukuran nanometer dapat menyebabkan luas permukaan bahan yang berkontak semakin banyak sehingga menyebabkan ion-ion disekitar menjadi terlarut dan meningkatkan stimulasi pembentukan HCA. Semakin banyak ion ion *bioactive glass silica* bersubstitusi dengan cairan tubuh buatan maka semakin cepat pula kemampuan bahan tersebut membentuk HCA, kemudian semakin lama waktu perendaman bahan pada cairan tubuh buatan, akan menyebabkan mikroporus pada bahan dan mempengaruhi banyaknya ion-ion yang terlarut antara bahan dengan cairan tubuh buatan sehingga menyebabkan semakin cepat HCA terbentuk (Greenspan, dkk., 2007; Polini, 2013)

### 2.7 X-Ray Fluorescence XRF

XRF adalah metode analisis yang dipakai untuk mendeteksi unsur penyusun dari segala jenis material, baik berupa padatan, cairan, bubuk atau bentuk yang lain. Keunggulan XRF yaitu tidak perlu merusak sampel, sehingga metode ini termasuk dalam *non-destructive test*, dan hanya memerlukan penyiapan sampel yang sederhana. XRF dapat menentukan kandungan unsur dan senyawa pada bahan.

Kelebihan XRF adalah cukup mudah, murah dan analisa cepat, jangkauan elemen hasil analisa akurat, membutuhkan sedikit sampel pada tahap preparasinya, dapat digunakan untuk analisa elemen mayor (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P), dan dapat menentukan kandungan mineral dalam biologik maupun dalam tubuh secara langsung (Sembiring dkk., 2015).

### 2.8 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

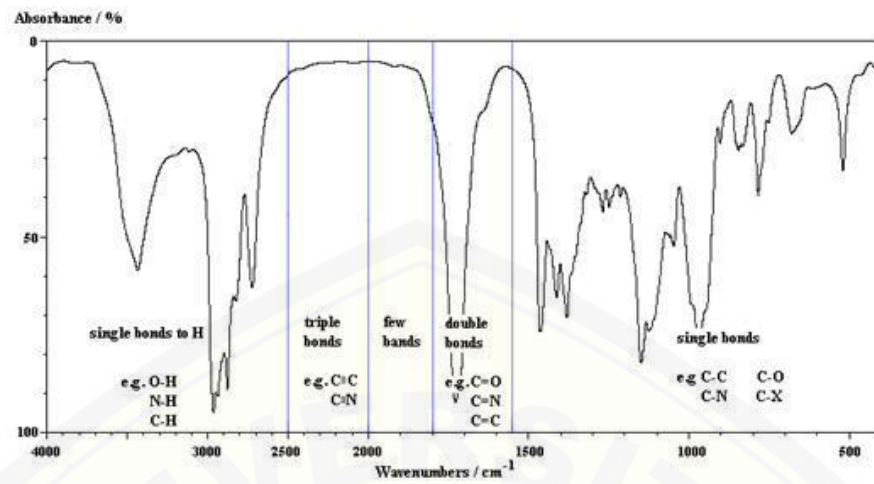
Metode spektrofotometri IR digunakan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsional. FTIR salah satunya dapat mengidentifikasi gugus yang terdapat pada silika gel. Setiap gugus fungsional pada silika gel memiliki serapan pada bilangan gelombang tertentu sehingga dapat diidentifikasi secara kualitatif menggunakan spektrofotometri IR. Karakteristik ini diharapkan bisa menjadi indikasi kualitatif keberhasilan pembuatan silika gel dari abu ampas tebu. Gugus fungsional yang



akan dilihat ialah gugus silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si) (Iqbal dkk, 2016). Cara membaca hasil FTIR adalah sebagai berikut (Sembiring dkk., 2019):

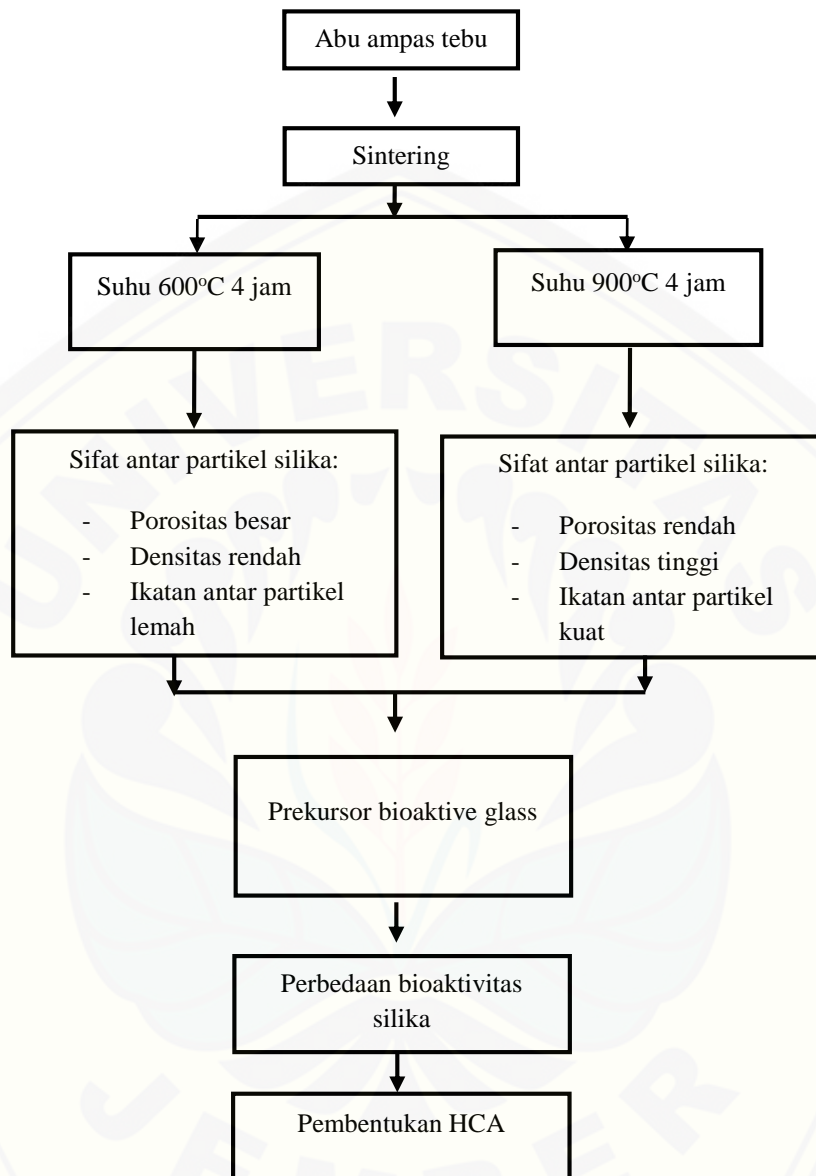
1. Tentukan sumbu X dan Y-sumbu. Sumbu X dari spektrum disebut bilangan gelombang (400 di paling kanan untuk 4.000 di paling kiri). Sumbu X menyediakan nomor penyerapan. Sumbu Y diberi label sebagai transmitansi Persen dan (0 pada bagian bawah dan 100 di atas).
2. Semua spektrum inframerah mengandung banyak puncak sehingga harus dibedakan antara daerah penyerapan dan noise atau gangguan. Selanjutnya melihat data daerah gugus fungsi yang diperlukan untuk membaca spektrum.
3. Tentukan daerah spektrum di mana puncak karakteristik ada. Spektrum IR dapat dipisahkan menjadi empat wilayah. Rentang wilayah pertama dari 4.000 ke 2.500. Rentang wilayah kedua dari 2.500 sampai 2.000. Ketiga wilayah berkisar dari 2.000 sampai 1.500. Rentang wilayah keempat dari 1.500 ke 400 pada Gambar 2.6.
4. Tentukan kelompok fungsional diserap di wilayah pertama. Jika spektrum memiliki karakteristik puncak di kisaran 4.000 hingga 2.500, puncak sesuai dengan penyerapan yang disebabkan oleh NH, CH dan obligasi OH tunggal.
5. Tentukan kelompok fungsional diserap di wilayah kedua. Jika spektrum memiliki karakteristik puncak di kisaran 2.500 hingga 2.000, puncak sesuai dengan penyerapan yang disebabkan oleh ikatan rangkap tiga.
6. Tentukan kelompok fungsional diserap di wilayah ketiga. Jika spektrum memiliki karakteristik puncak di kisaran 2.000 sampai 1.500, puncak sesuai dengan penyerapan yang disebabkan oleh ikatan rangkap seperti  $C = O$ ,  $C = N$  dan  $C = C$ .
7. Bandingkan puncak di wilayah keempat ke puncak di wilayah keempat spektrum IR lain. Yang keempat dikenal sebagai daerah sidik jari dari spektrum IR dan mengandung sejumlah besar puncak serapan yang account untuk berbagai macam ikatan tunggal. Jika semua puncak dalam spektrum IR, termasuk yang di wilayah keempat, adalah identik dengan puncak spektrum lain, maka Anda dapat yakin bahwa dua senyawa adalah identik.





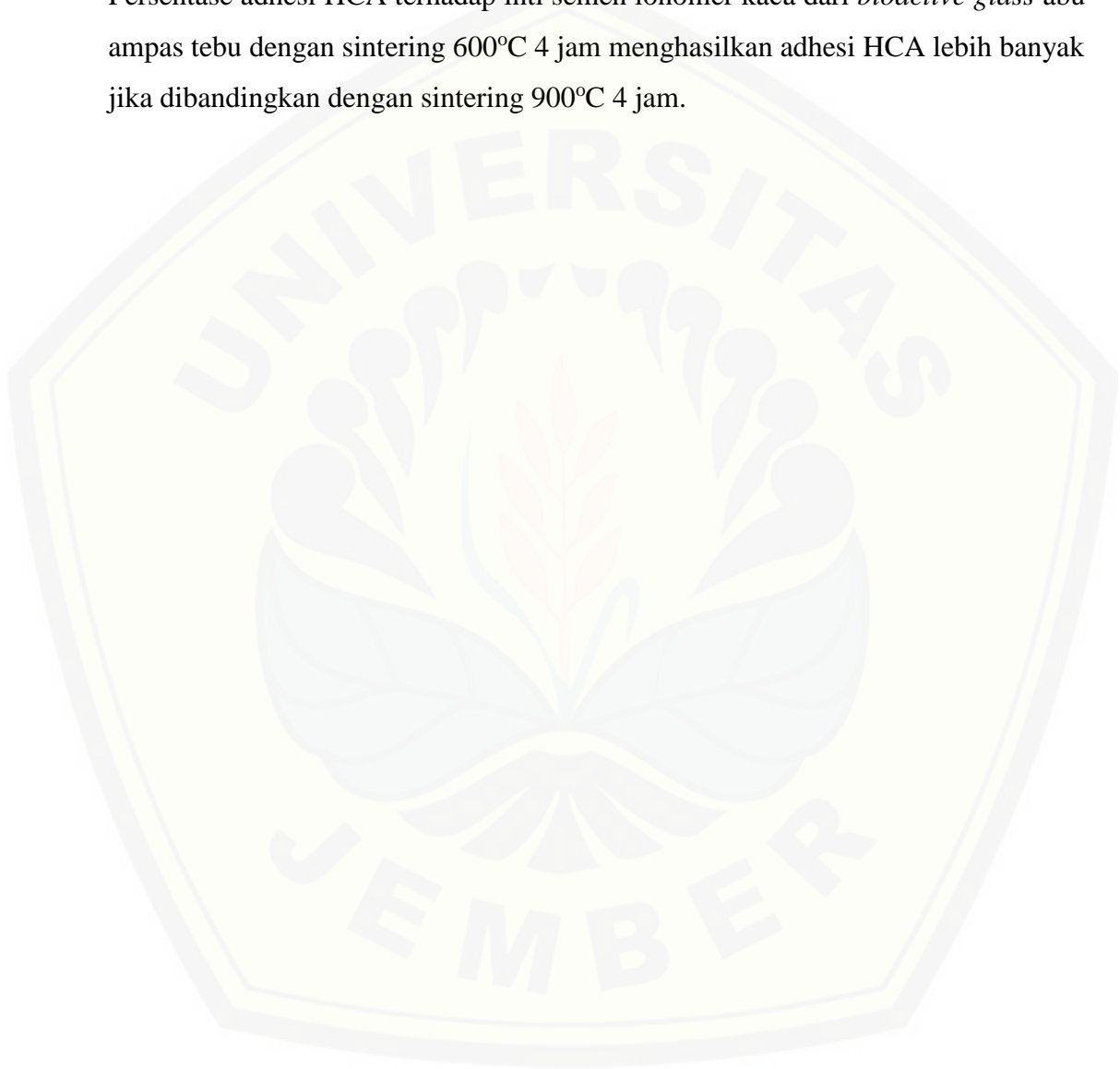
Gambar 2.5 Pembagian empat wilayah daerah spektrum pada analisis hasil FTIR

## 2.9 Kerangka Konsep



### 2.10 Hipotesis Penelitian

Terdapat perbedaan persentase adhesi *hydroxycarbonat apatit* (HCA) *bioactive glass* dari abu ampas tebu terhadap inti atau *core* semen ionomer kaca oleh karena perbedaan suhu sintering silika pada suhu 600°C dan 900°C. Persentase adhesi HCA terhadap inti semen ionomer kaca dari *bioactive glass* abu ampas tebu dengan sintering 600°C 4 jam menghasilkan adhesi HCA lebih banyak jika dibandingkan dengan sintering 900°C 4 jam.



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *the post test only control group design*, yaitu melakukan pengamatan atau pengukuran pada dua kelompok perlakuan dan saling membandingkannya dengan kelompok kontrol dalam waktu tertentu.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

- a. Furnace abu ampas tebu temperatur 600°C selama 4 jam dilakukan di Lab Terapan Fakultas Teknik Mesin Universitas Jember
- b. Furnace abu ampas tebu temperatur 900°C selama 4 jam dilakukan di Lab Teknologi Hasil Pertanian (THP) Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
- c. Pembuatan *bioactive glass* berbasis abu ampas tebu dan penelitian sampel dilakukan di Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember
- d. Pembuatan cairan tubuh buatan dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember
- e. Uji XRF di Universitas Negeri Malang
- f. Uji SEM di Politeknik Negeri Jember
- g. Uji FTIR di Fakultas Farmasi Universitas Negeri Jember

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai Desember 2019

### 3.3 Identifikasi Variabel

#### 3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah bahan *bioactive glass* berbasis abu ampas tebu yang telah dilakukan *furnace* dengan suhu 600°C dan 900°C selama 4 jam.

#### 3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah persentase pembentukan *Hydroxycarbonate apatite* (HCA)

#### 3.3.3 Variabel Terkontrol

- a. Suhu ruang
- b. Manipulasi Semen Ionomer Kaca

### 3.4 Definisi Operasional

#### 3.4.1 Abu ampas tebu

Abu ampas tebu (*bagasse*) adalah abu yang berasal dari ampas tebu kering limbah pabrik gula yang telah dibakar dan dilakukan sintering pada suhu 600°C dan 900°C selama 4 jam.

#### 3.4.2 Silika

Hasil ekstraksi yang berasal dari abu ampas tebu setelah disintering dan dimurnikan dengan HCl yang telah di uji XRF

#### 3.4.3 *Bioactive glass* berbasis dari abu ampas tebu

*Bioactive glass* dari abu ampas tebu adalah produk yang dihasilkan dari proses sol gel berbasis abu ampas tebu yang telah diberi perlakuan HCL dan NaOH.

#### 3.4.4 Sintering

Sintering adalah proses pemanasan dengan tanur listrik (*furnace*) bersuhu 600°C dan 900°C selama 4 jam yang berasal berbasis abu ampas tebu yang telah dibakar.



### 3.4.5 Hydroxycarbonate apatite (HCA)

*Hydroxycarbonate apatite* adalah lapisan yang terbentuk di permukaan inti (core) yang berasal dari reaksi *bioactive glass* dengan cairan tubuh buatan yang dapat diamati dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan telah diuji FTIR.

### 3.4.5 Waktu Penahan (*Holding Time*)

Waktu Penahan (*Holding Time*) merupakan waktu untuk sintering pada tungku pemanas (*furnace*)

### 3.4.6 Inti (*core*)

Inti atau *core* yaitu inti berbentuk bulatan padat yang terbuat dari bahan Semen Ionomer Kaca di bentuk sesuai cetakan berbentuk tabung dengan diameter 0,3 cm dan tinggi 0,5 cm dan ditunggu sampai setting sempurna

### 3.4.7 Adhesi

Keadaan melekatnya HCA pada permukaan inti atau *core* yang terbuat dari semen ionomer kaca

## 3.5 Sampel Penelitian

### 3.5.1 Kriteria

Kriteria sampel yaitu bubuk *bioactive glass* berbasis abu ampas tebu yang telah dihaluskan dan lolos saringan 200 mesh (0,074 mm)

### 3.5.2 Besar Sampel

Jumlah Sampel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan rumus (Budiarto, 2002).

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

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

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

$$n = 1,96^2$$

$$n = 3,84$$

$$n = 4$$

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  $z = 1,96$

### 3.5.3 Pengelompokan Sampel Penelitian

#### 1. Kelompok A (Kontrol)

Inti (*core*) direndam dalam cairan tubuh buatan diletakkan di dalam oven bersuhu 36,5 selama 7 hari

#### 2. Kelompok B

1) BAG600 yaitu inti (*core*) yang direndam dalam campuran antara cairan tubuh buatan dengan bahan *bioactive glass* berbasis abu ampas tebu yang telah disintering 600°C dan ditunggu selama 24 jam di dalam oven yang bersuhu 36,5 selama 7 hari

2) BAG900 yaitu inti (*core*) yang direndam dalam campuran antara cairan tubuh buatan dengan bahan *bioactive glass* berbasis abu ampas tebu yang telah disintering 900°C dan ditunggu selama 24 jam di dalam oven yang bersuhu 36,5 selama 7 hari

## 3.6 Alat dan Bahan Penelitian

### 3.6.1 Alat Penelitian :

1. Oven
2. *Muffle* Furnace
3. Saringan 200 mesh
4. Mortal dan Pastel
5. Kertas saring
6. pH meter elektrik
7. Timbangan elektrik (4 angka dibelakang koma)
8. Pengaduk Magnet (Wisester)

9. Beaker Glass 1000
10. Tabung Erlenmeyer
11. Cawan Porselin
12. Cetakan silinder
13. SEM (*Scanning Electron Microscope*)
14. Spatula agate
15. Sonde
16. *Plastis Filling Instrumen (PFI)*
17. Eppendorf
18. Pinset
19. Paper pad
20. Petridish bersekat

#### 3.6.2 Bahan Penelitian :

1. Ampas tebu
2. HCl 0.1 M
3. NaOH 2 N
4. Etanol 96%
5. Alkohol 70%
6. HNO<sub>3</sub> 2M
7. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
8. Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 4 H<sub>2</sub>O
9. Aquades
10. Aluminium Foil
11. *Glass ionomer (fuji IX)*

### 3.7 Prosedur Penelitian

#### 3.7.1 Tahap persiapan

##### a. Uji identifikasi tebu

Identifikasi tanaman tebu dilakukan di Lab Botani Jurusan Biologi FMIPA Universitas Jember

##### b. Sterilisasi alat

Alat-alat yang terbuat dari plastic dicuci bersih, dikeringkan kemudian direndam alcohol 70% selama 15 menit, kemudian untuk alat-alat yang terbuat dari logam yang akan digunakan dicuci bersih dan disterilkan dengan autoclave selama 15 menit dengan suhu  $121^{\circ}\text{C}$  (Lugito, 2013)

#### 3.7.2 Pembuatan *bioactive glass* berbasis dari abu ampas tebu

##### a. Proses pembuatan abu ampas tebu

1. Ampas tebu limbah pabrik gula dikeringkan dibawah sinar matahari langsung sebanyak 10 kg
2. Ampas tebu yang telah kering kemudian dibakar dengan api sampai menjadi abu ampas tebu sehingga berubah warna menjadi abu-abu kehitaman
3. Pembakaran ampas tebu seberat 10 kg menghasilkan abu sebanyak 140 gram kemudian diambil 70 gram abu untuk dilakukan sintering bersuhu  $600^{\circ}\text{C}$  dan 70 gram abu dilakukan sintering  $900^{\circ}\text{C}$  dengan waktu penahan (*holding time*) masing masing selama 4 jam hingga berubah warna menjadi abu-abu muda

##### b. Proses Pemurnian silika atau *Pre-Treatment* dengan HCL

1. Abu ampas tebu hasil proses sintering diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Hasil ayakan abu tersebut ditimbang dan diambil 25 gram.
2. Sebanyak 25 gram abu dimasukkan kedalam tabung erlenmayer, kemudian ditambahkan larutan HCL 150 ml 0.1 M, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet selama 1 jam. Hal ini

bertujuan untuk menghilangkan kandungan logam lain selain silika yang terdapat pada abu. Hasil pengadukan tersebut kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam.

3. Setelah campuran didiamkan selama 24 jam, dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring dan dibilas dengan akuades hingga pH normal yaitu 7
  4. Hasil yang terdapat kertas saring yaitu berupa residu. Residu atau zat yang tidak dapat melewati kertas saring dikeringkan dalam oven bersuhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam
  5. Melakukan uji XRF, FTIR dan SEM
- c. Pembuatan prekursor silika yang berupa natrium silika (Kristianingrum dkk., 2011)
1. Residu ditimbang sebanyak 10 gram dan dimasukkan kedalam tabung erlenmayer, kemudian dicampur dengan larutan 60 ml NaOH 2 N, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet. Suhu alat diaktifkan dan diatur sampai campuran mendidih selama 60 menit.
  2. Campuran di atas didinginkan hingga mencapai suhu kamar, kemudian disaring dengan kertas saring. Hasil dari penyaringan ini adalah residu berupa natrium silika basah.
  3. Mengeringkan natrium silika dengan oven bersuhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam sehingga terbentuk natrium silika kering yang siap digunakan sebagai prekursor silika dalam pembuatan *bioactive glass* dari abu ampas tebu.
- d. Pembuatan *bioactive glass* dari prekursor silika (Adams dkk., 2013)
1. Natrium silika ditimbang sebanyak 5 gram, kemudian dimasukkan kedalam tabung erlenmayer dan dicampur dengan 15 ml akuades. Campuran tersebut diaduk dengan menggunakan alat pengaduk magnet



2. Sebanyak 2,5 ml etanol 96% ditambahkan pada campuran di atas, dan tetap diaduk dengan pengaduk magnet
3. Menambahkan  $\text{HNO}_3$  2 M sampai pH larutan menjadi normal (7). Pengecekan pH dilakukan menggunakan alat pH meter. Campuran di atas tetap diaduk secara otomatis selama 1 jam.
4. Menambahkan 0,5 gram  $\text{P}_2\text{O}_5$  (*phosporus pentoxide*) kedalam campuran di atas dan tetap diaduk selama 45 menit.
5. Selanjutnya menambahkan 4,1 gram  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (*calcium nitrate tetrahydrat*) dan tetap diaduk selama 45 menit dan didiamkan selama 5 hari dalam temperatur ruang.
6. Mengeringkan gel tersebut dalam oven bersuhu  $60^\circ\text{C}$  selama 72 jam. Pengeringan menggunakan furnace dengan suhu  $700^\circ\text{C}$  selama 5 jam untuk mengeringkan silika gel
7. Hasil akhir proses ini disebut *powder bioactive glass* dari abu ampas tebu

### 3.7.3 Pembuatan Cairan Tubuh Buatan

Tabel 3.1 Komposisi cairan tubuh buatan

No	Senyawa	Massa (g)
1	$\text{NaCl}$ 99,5 %	6,547
2	$\text{NaHCO}_3$ 99,5%	2,268
3	$\text{KCl}$ 99,0%	0,373
4	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 99,5%	0,178
5	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 98%	0,305
6	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 99%	0,368
7	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	0,071
8	$(\text{CH}_2\text{OH})_3\text{CNH}_2$ 99,2%	6,057
9	$\text{HCl}$ 1 M	40

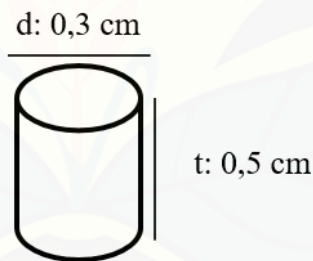
#### Preparasi Pelarut SBF 1 Liter

1. Siapkan 960 mL air lalu tuangkan air 200 mL untuk di aduk pada suhu  $35^\circ\text{C}$
2. Masukkan urutan pencampuran sesuai Tabel 3.1

3. Dalam pencampuran di beri selang 2 menit setiap tahapnya agar dapat larut secara merata dan pemasukan HCl dengan 2 tetes per detik (Purnama, 2006)

#### 3.7.4 Manipulasi Semen Ionomer Kaca sebagai Inti (*core*)

1. Inti (*core*) dibuat dengan mencampurkan antara powder dan liquid GIC sesuai dengan ketentuan pabrik. Pada penelitian ini semen ionomer kaca dengan cairan 2 sendok peres semen ionomer kaca dengan 1,5 tetes asam poliakrilat sesuai aturan pabrik
2. Manipulasi GIC dilakukan di atas *paper pad* dengan menggunakan spatula agate dan diaduk dengan gerakan melipat. Bubuk dan cairan diaduk sekitar 30-60 detik hingga homogen
3. Masukkan kedalam cetakan silinder berukuran diameter 0,3 cm dan tinggi 0,5 cm



Gambar 3.1 Bentuk cetakan (Koleksi Pribadi, 2018)

4. Memadatkan sampel menggunakan *plastis filling instrumen*
5. Apabila sampel sudah mengeras setelah diperiksa dengan sonde sampel dilepas dari cetakan
6. Diamkan dalam suhu ruang selama 24 jam

### 3.7.5 Perendaman dalam cairan tubuh buatan

1. Sebanyak 0,25 gram *bioactive glass* berbasis dari Abu ampas tebu dimasukkan dalam tabung *ependorf* untuk masing masing sampel
2. Menambahkan cairan tubuh buatan sebanyak 1 ml ke dalam *ependorf* selanjutnya campuran diaduk
3. Pada kelompok perlakuan, memasukkan inti (*core*) yang telah setting sempurna (didiamkan selama 24 jam) kedalam *ependorf* yang berisi campuran antara *bioactive glass* dengan cairan tubuh buatan
4. Pada kelompok kontrol, memasukkan inti (*core*) yang telah setting sempurna (didiamkan selama 24 jam) kedalam *ependorf* yang berisi cairan tubuh buatan tanpa dicampur dengan *bioactive glass*
5. *Eppendorf* ditutup rapat dan dimasukkan kedalam oven dengan suhu 36,5 selama 7 hari
6. Setelah 7 hari *ependorf* dikeluarkan dari oven dan mengeluarkan inti (*core*) dengan menggunakan pinset dan diamkan pada suhu ruang sampai kering
7. Inti yang telah kering dilakukan pengamatan pembentukan HCA pada adhesi permukaan inti dengan SEM dan dilakukan Uji FTIR
8. Analisis persentase Adhesi HCA dilakukan dengan metode scoring pada lapang pandang hasil uji SEM

### 3.8 Metode Scoring Persentase Adhesi HCA

Penggunaan metode skoring ini yaitu untuk mempermudah pengamatan berapa area pembentukan HCA yang menempel melalui hasil gambaran SEM. Hasil gambaran SEM pada dasarnya tidak menunjukkan berapa banyak HCA tersebut terbentuk. Oleh karena itu supaya hasil data menunjukkan berapa banyak HCA terbentuk maka dilakukan dengan metode skoring. Interpretasi menggunakan metode skoring pada dasarnya didasarkan pada acuan skor yang telah dibatasi terlebih dahulu pada suatu kelompok. Pada pengamatan adhesi HCA peneliti membuat batasan skor sebagai berikut:

0 : Tidak terdapat pembentukan HCA

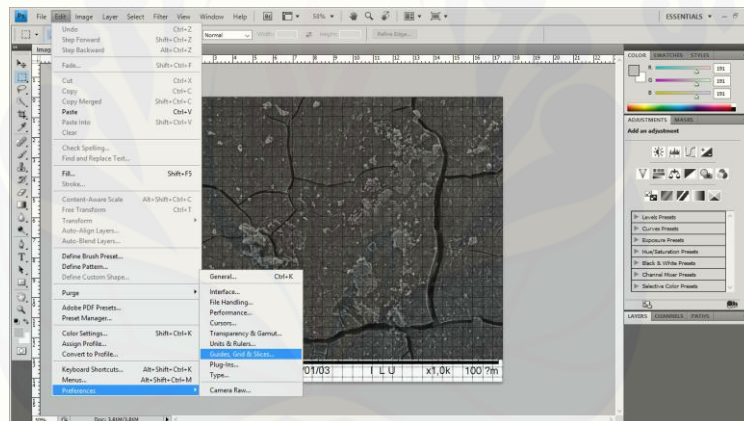
1 : Terbentuk HCA sebanyak  $< 1/3$  kotak

2 : Terbentuk HCA sebanyak  $1/3 < HCA < 2/3$  kotak

3 : Terbentuk HCA sebanyak  $2/3 < HCA < \text{penuh}$

4 : Terbentuk HCA secara penuh

1. Hasil uji sem berupa gambar dibuat grid menggunakan software adobe photoshop dengan cara sebagai berikut:
2. Buka aplikasi adobe photoshop kemudian klik File → Open → pilih gambar hasil SEM berupa JPEG → Open
3. Setelah gambar lapang pandang terbuka klik View → Show → Grid
4. Atur ukuran kamar hitung dengan cara klik Edit → Preferences → Guides, Grid, Slices



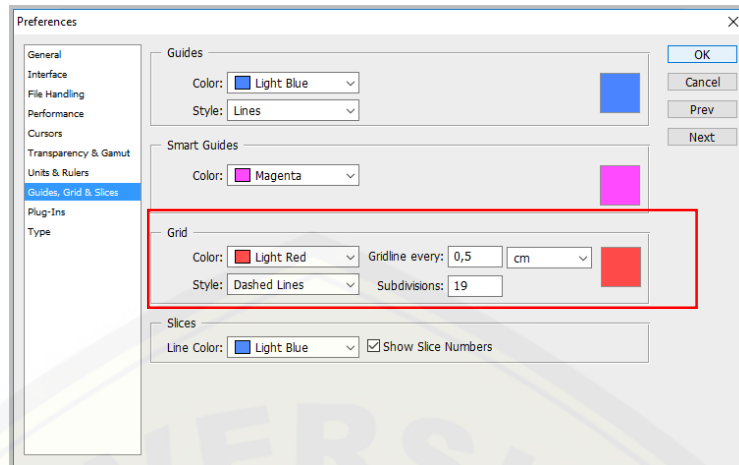
5. Aturlah pada bagian grid:

Color :Merah (Dianjurkan warna yang terang untuk mempermudah pengamatan)

Style :Dashed Lines

Gridline every : 0,5 (cm)

Subdivision : 19



6. Tampilannya akan nampak seperti dibawah ini



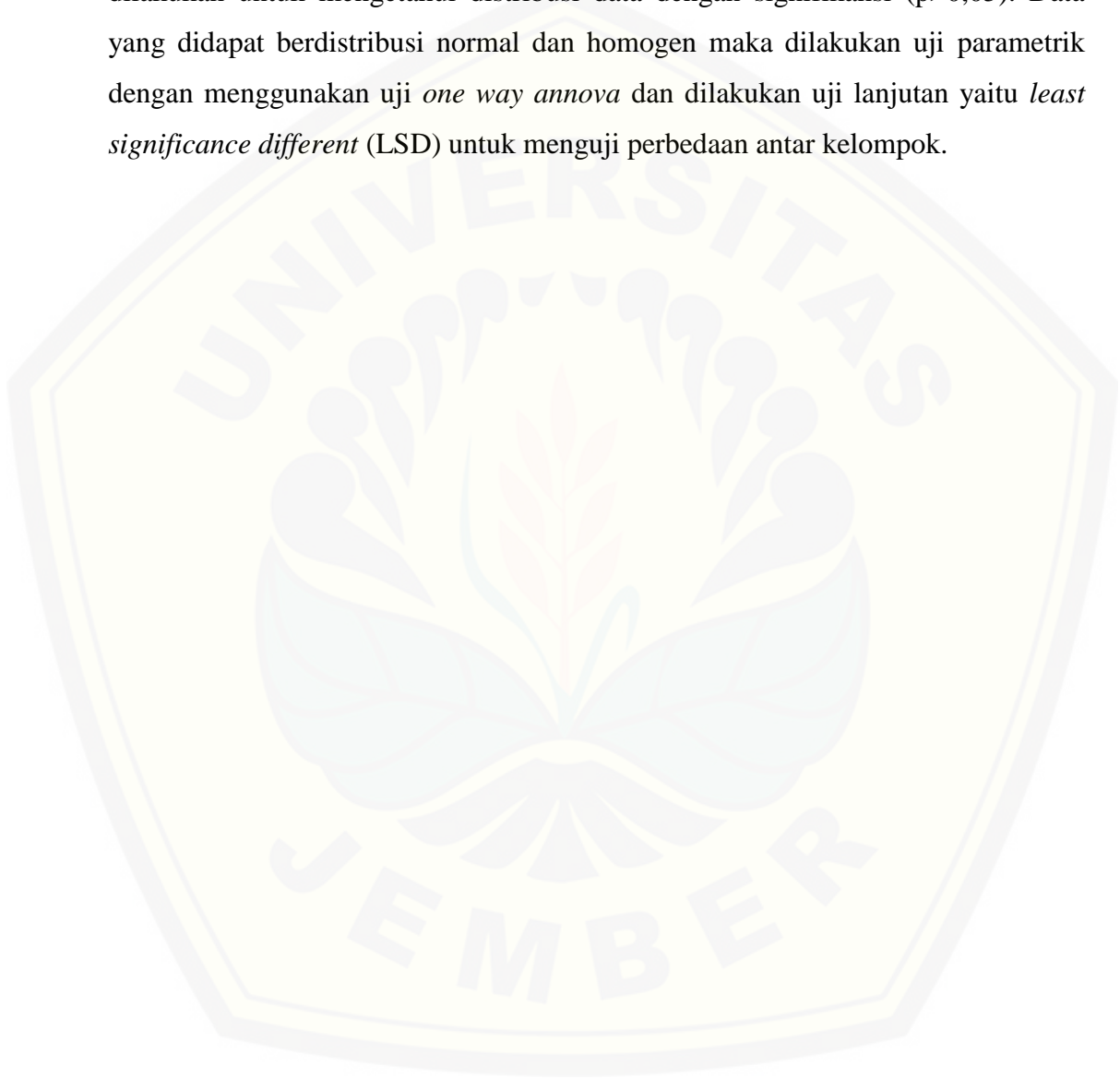
7. Pengamatan dilakukan oleh tiga orang pengamat untuk meningkatkan akurasi pengamatan
8. Menghitung skor pada masing masing kriteria dengan cara mengalikan jumlah terbentuknya HCA dengan masing masing kriteria skor
9. Menjumlahkan semua skor dari kelima kriteria skor dan dinyatakan dalam bentuk persen

$$\text{Rumus} = \frac{\text{Jumlah skor} \times 100\%}{\text{Total skor maksimal 1 lapang pandang}}$$

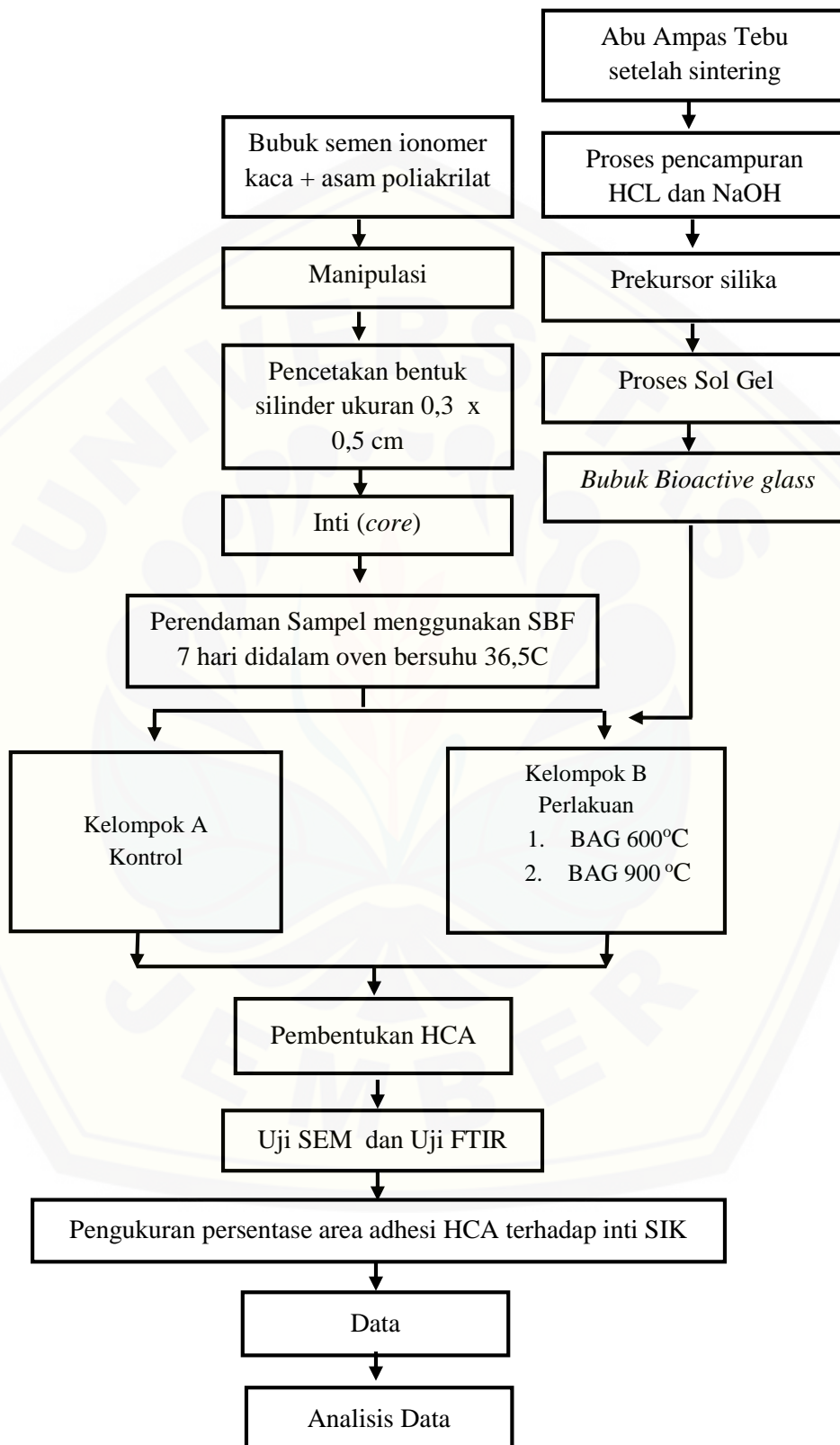


### 3.9 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan software pengolahan data statistik yaitu program SPSS. Uji normalitas dengan menggunakan Shapiro-Wilk dan uji homogenitas dengan menggunakan uji Levene's test. Kedua uji tersebut dilakukan untuk mengetahui distribusi data dengan signifikansi ( $p > 0,05$ ). Data yang didapat berdistribusi normal dan homogen maka dilakukan uji parametrik dengan menggunakan uji *one way annova* dan dilakukan uji lanjutan yaitu *least significance different* (LSD) untuk menguji perbedaan antar kelompok.



### 3.10 Alur Penelitian



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Peningkatan suhu sintering ekstraksi silika dari abu ampas tebu dapat menurunkan persentase adhesi HCA terhadap inti semen ionomer kaca. Adhesi HCA terhadap inti semen ionomer kaca pada sampel BAG dari ampas tebu yang disintering suhu 600°C lebih banyak daripada sampel BAG dari ampas tebu yang disintering 900°C.

### 5.2 Saran

1. Penelitian lanjutan mengenai bubuk *bioactive glass* sebagai *scaffold*, bone graft maupun *remineralizing agent* secara *in vitro* dan *in vivo*
2. Penelitian lanjutan mengenai uji sitotoksitas bubuk *bioactive glass*
3. Perendaman sampel diletakkan pada alat yang dapat bergerak secara terus menerus supaya bahan tidak mengendap

## DAFTAR PUSTAKA

- Adams, L. A., E. R. Essien., R.O. Shaibu., dan A. Oki. 2013. Sol- gel synthesis of  $\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{Na}_2\text{O} - \text{P}_2\text{O}_5$  bioactive glass ceramic from sodium metasilicate. *New Journal of Glass and Ceramics*. 3: 11- 15
- Affandi, S., H. Setyawan., S. Winardi, A. Purwanto., dan R. Balgis. 2009. A facile method for production of high purity silica xerogel from bagasse ash. *Advanced Powder Technology*
- Agredo, T. R., M. de Gutierrez, C. E. Escandon Giraldo and L. O. Gonzalez Salcedo. 2014. Characterization of sugar cane bagasse ash as supplementary material for Portland cement. *Ingenieraa e investigacion* 34 (1): 5-10
- Aman dan P. S. Utama. 2013. Pengaruh Suhu dan Waktu pada Ekstraksi Silika dari Abu Terbang (Fly Ash) Batubara. *Prosiding. SNTK TOPI 2013 Universitas Riau*
- Amin, M. 2009. Analisis harga fracture toughness dengan metode indentasi kekerasan vickers pada keramik kaolin. *Jurnal Traksi* 9(1): 1-6
- Anusavice, K.J. 2013. Philips' science of dental materials. 12<sup>th</sup> ed. Missouri: Elsevier
- Ayukawa Y, Y. Suzuki, K. Tsuru, K. Koyano, K. Ishikawa. 2015. Histological comparison in rats between carbonate apatite fabricated from gypsum and sintered hydroxyapatite on bone remodelling. *Biomed Research* :1-7
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Tebu Indonesia*. Jakarta: Direktorat Statistik Tanaman Perkebunan
- Boccacini A.R., M. Erol, W.J. Stark, D. Mohn, Z. Hong, J.F. Mano. 2010. Polymer/ Bioactive glass nanocomposite for biomedical application: a review *compos technology* 70 (13): 1764-1776
- Boccacini, A. R., S. Delia, Brauer, L. Hupa. 2017. *Bioactive Glasses: Fundamentals, Technology and Applications*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry

- Budiartie, L. A. 2017. Analisis Pembentukan Dentin Reparatif oleh *Powder Bioactive Glass Nanosilica* dari Abu Ampas Tebu. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember
- Budiarto, E. 2002. *Biostatistika untuk Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: EGC
- Coates, J. 2000. Interpretation of Infrared Spectra, a Practical Approach. *Encyclopedia of Analytical Chemistry*
- E. Kontonasaki, T. Zorba, L. Papadopoulou, E. Pavlidou, X. Chatzistavrou, k. Paraskevopoulos, p. Koidis. 2002. Hydroxy carbonate apatite formation on particulate bioglass in vitro as a function of time. *Cryst. Res. Technol.* 37 (11): 1165–1171
- Fadhlulloh, M.A., T. Rahman, dan A.B.D. Nandiyanto. 2014. Review tentang Sintesis Sio<sub>2</sub> Nanopartikel. *Jurnal Integrasi Proses* 5(1): 30 – 45
- Fadzli S. A., S. Nuzul, S. Roslinda, Firuz Zainuddin, and H. Ismail. 2016. Synthesis of sol-gel derived glass powder and in vitro bioactivity property tested in simulated body fluid. *AIP Conference Proceedings* 020017 :1-5
- Figueiredo, M.,A. Fernando, G. Martins, J. Freitas, F. Judas, H. Figueiredo. 2010. Effect of Calcination Temperature On the Composition and Microstructure of Hydroxyapatite derived from human and animal bone
- Friyatmoko W. K, I. Sholikhah,., E.D.S. Utami, Listiyanti. TT. Sintesis dan karakterisasi silika gel dari limbah abu sekam padi (*oryza sativa*) dengan variasi konsentrasi pengasaman. *Artikel* hal: 1-13
- Fu, Q., M.N. Rahaman, B.S. Bal, W. Huang, D.E. Day. 2007. Preparation and bioactive characteristics of a porous glass, and fabrication into the articulating surface of a proximal tibia. *J. Biomed. Mater. Res. A*, 222-229
- Hidayat, W. 2017. Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatit* pada Bubuk Glass Ionomer Tipe II dengan Penambahan *Bioactive Glass Nano Silica* Abu Ampas Tebu yang Direndam Cairan Tubuh Buatan. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember
- Hasan, D.B. dan K. Sinulingga. 2017. Sintesis dan karakterisasi nano partikel silika dari abu ampas tebu sebagai filler aluminium. *Jurnal Einstein* 5 (2): 1 - 6
- Ibrahim, N.F., H. Mohamad, S.N.F.M.Noor, N.Ahmad. 2017. Apatite formation on melt-derived bioactive glass powder based on SiO<sub>2</sub>-CaO-Na<sub>2</sub>O-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> system. *J. Ceramics International*



- Iqbal, M. Elwina, dan Y. Marita. 2016. Pemanfaatan limbah ampas tebu dalam pembuatan silica gel. *Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe* 14(01): 48-53
- Ismayana, A. A. Maddu, I. Saillah, E. Mafquh, N.S. Indrasti. 2017. Sintesis nanosilika dari abu ketel industri gula dengan metode ultrasonikasi dan penambahan surfaktan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 27 (2): 228-234
- Jones, J.R. 2013. Review of bioactive glass: From Hench to hybrids. *Acta Biomaterialia* 9: 4457–4486
- Jones, J.R., D.S. Brauer, L. Hupa, D.C. Greenspan. 2016. Bioglass and bioactive glasses and their impact on healthcare. *International Journal of Applied Glass Science*. 7(4): 423-434
- Kalapathy, U., A. Proctor, and J. Shultz. 2000. A simple methode for production of pure silica from rice hull ash. *Journal Bioresource Technology* (73): 257-262
- Kamitakahara, M., M. Kawashita, T. Kokubo, T. Nakamura. 2001. Effect of polyacrylic acid on the apatite formation of a bioactive ceramic in a simulated body fluid: fundamental examination of the possibility of obtaining bioactive glass-ionomer cements for orthopaedic use. *Biomaterials* 22: 3191-3196
- Karimullah, R., R. Elvia, dan H. Amir. 2018. Penentuan parameter adsorpsi silika sintetik dari cangkang kelapa sawit terhadap kandungan ammonium pada limbah cair tahu. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia* 2(1):66–71
- Karso, T., W.W.Raharjo, dan H. Sukanto. 2012. Pengaruh variasi suhu siklus termal terhadap karakteristik mekanik komposit hdpe–sampah organik. *Jurnal Mekanika* 11 (1): 8-13
- Kazmi, S. M.S., S.Abbas, M. Salem. 2016. Manufacturing of sustainable clay bricks: utilization of waste sugarcane bagasse and rice husk ashes. *Contruction and Building Materials* 120: 29-41
- Kinasih, C.P. 2013. Pemanfaatan Bioactive Glass Nanosilica dari Abu Ampas Tebu sebagai Remineralizing Agent untuk Meminimalkan Kebocoran Tepi Semen Ionomer Kaca. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember
- Koller, G., R.J. Cook, I.D. Thompson, T.F. Watson. 2007. Surface modification of titanium implants using bioactive glasses with air abrasion technologies. *Journal Mater. Sci. Mater. Med.* 18 (12): 2291-2296



- Kurniasari, F. D., S.M. Saleh, dan Sugiarto. 2018. Pengaruh filler abu ampas tebu (aat) dengan bahan pengikat aspal pen 60/70 pada campuran laston ac-wc. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan* 1(4):69-78
- Kurniawan, Chandra., T. B. Waluyo dan P. Sebayang. 2011. Analisis Ukuran Partikel Menggunakan Free Software Image-J. *Seminar Nasional*. Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia LIPI, Serpong 12-13 Juli 2011
- Kristianingrum, S., E.D. Siswani, dan A. Fillaeli. 2011. Pengaruh Jenis Asam Pada Sintesis Silika Gel Dari Abu Bagasse Dan Uji Sifat Adsorptifnya Terhadap Ion Logam Tembaga (Ii). Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta
- Liu, X., Rahaman, M.N., Fu, Q., 2011. Oriented bioactive glass scaffolds with controllable pore size by unidirectional freezing of camphene-based suspensions: microstructure and mechanical response. *Acta Biomater.* 7 (1): 406-416
- Lugito, M. D. H. 2013. Kontrol infeksi dan keselamatan kerja dalam praktek kedokteran gigi. *Jurnal PDGI.* 62(1):24-30
- Maula, I. 2015. Analisis Pengaruh Silika terhadap Aktivitas Fotokatalitik Nanopartikel Zinc Oxide. *Tesis*. Surabaya: Faculty Of Industrial Technology Sepuluh Nopember Institute Of Technology
- McCabe, J.F dan A. W. G. Walls. 2014. Bahan Kedokteran Gigi edisi 9. Jakarta: EGC
- Mistry, S., Kundu, S. Datta, D. Basu. 2011. Comparison of bioactive glass coated and hydroxyapatite coated titanium dental implants in the human jaw bone. *Aust. Dent. Journal.* 56 (1): 68-75
- Montazerian, M. dan E.D.Zanotto. 2016. Review article history and trends of bioactive glass-ceramics. *Journal Of Biomedical Materials Research* 104(5): 1231-1249
- Mujiyanti, D.R., Nuryono, Kunarti, E.S. 2010. Sintesis dan karakterisasi silika gel dari abu sekam padi yang dimobilisasi dengan 3-(trimetoksisilil)-1-propantiol. *J. Sains dan Terapan Kimia* 4 (2): 150-167
- Nakao, M. 2016. Glass Ionomer Reference Guide. GC Japan Inc. [www.gceurope.com/pid/4/leaflet/en\\_Leaflet](http://www.gceurope.com/pid/4/leaflet/en_Leaflet); [www.gceurope.com/pid/7/ma](http://www.gceurope.com/pid/7/ma) [nua/en\\_Manual](http://www.gceurope.com/pid/7/ma); [www.gcamerica.com/products/operator/GC\\_Fuji\\_II\\_LC/](http://www.gcamerica.com/products/operator/GC_Fuji_II_LC/)

[F2LCbrochure;www.gcamerica.com/products/operatory/EQUIA.../GCA\\_GI\\_Guide\\_-2016-iPad](https://www.gcamerica.com/products/operatory/EQUIA.../GCA_GI_Guide_-2016-iPad) ,diakses pada tanggal 16 Januari 2020

- Nandiyanto, A.B.D., R.Oktiani, R.Ragadhita. 2019. How to read and interpret FTIR spectroscopy of organic material. *Indonesian Journal of Science and Technology* 4 (1):97-118
- Nourmohammadi S. K. J., Sadrnezhad, dan B. Ghader. 2008. Bone-like apatite layer formation on the new resin-modified glass-ionomer cement *J Mater Sci: Mater Med* 19: 3507–3514
- Octaria, E. 2015. Dentin reparatif dan growth factor yang berperan dalam dentinogenesis reparatif. *Jurnal Dentika Dental* 18(3): 294-299
- Polini A., B. Hao, P.T. Antoni. *Dental Application of Nanostructured Bioactive Glass and its Composites*. Wiley Periodicals
- Purnama, E.F., S.Nikmatin dan R.Langenati. 2006. Pengaruh suhu reaksi terhadap derajat kristalinitas dan komposisi hidroksiapatit dibuat dengan media air dan cairan tubuh buatan (synthetic body fluid). *Jurnal Sains Materi Indonesia* :154-162
- Rahaman, M.N., D.E. Day., B.S. Bal., Q.Fu., S.B. Jung., L.F. Bonewalf. dan A.P. Tomsia. 2011. Review: bioactive glass in tissue engineering. *Actamaterialia*.7(6): 2355-2373
- Regi, M. V., D. Arcos, J. Pe´rez-Pariente. Evolution of porosity during in vitro hydroxycarbonate apatite growth in sol-gel glasses. 1999. Departamento de Qu´mica Inorg´nica y Bioinorg´nica, Facultad de Farmacia, Universidad Complutens : 23-27
- Renno, A. C.M., P.S.Bossini, M.C. Crovace, A.C.M., E.Dutra Z., dan N.Antonio. 2013. Rievew: characterization and in vivo biological performance of biosilicate. *Journal of Biomedicine and Biotechnology. Biomed Research International* 1-7
- Rifai, M. dan S.B.Hartono. 2016. Pengaruh proses sintering pada temperatur 800°c terhadap kekerasan dan kekuatan bending pada produk gerabah. *Traksi* 16 (2): 1-9
- Sadjadi,M.S., H.R. Ebrahimi, M. Meskinfam, K.Zare. 2011. Silica enhanced formation of hydroxyapatite nanocrystal in simulated body fluid (SBF) at 37°C. *Material chemistry and physics* 130: 67-71
- Sari, Poppy D., dan W.A.Puri, D.Hanum. 2019. *Delignifikasi bahan lignoselulosa: Pemanfaatan Bahan Pertanian*. Kiara media online. Diakses 20 mei 2019

- 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
- Sembiring, S. dan P. Karo-Karo. 2007. Pengaruh suhu sintering terhadap karakteristik termal dan mikrostruktur silika sekam padi. *Jurnal Sains MIPA* 13(3): 233 – 239
- Sembiring,S., P.Manurung, dan P.Karo-Karo. 2009. Pengaruh suhu tinggi terhadap karakteristik keramik cordierite berbasis silika sekam padi. *Jurnal fisika dan aplikasinya* 5(1):1-5
- Sembiring, T. dan I.Dayana. 2015. *Alat penguji material*. Bogor: Guepedia Publisher
- Sembiring T., I.Dayana, M.Riana. 2019. *Alat Penguji Material*. Penerbit: Guepedia Publisher
- Sholihah, F.M. 2008. Pengaruh Temperatur Pengabuan pada Sintesis Silika Gel dari Abu Bagasse. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Sudiarso, S.B., H.Tarno, S. Sari. 2016. Optimalisasi budidaya tanaman tebu (*saccharum officinarum. L*) di lahan kering berbasis varietas dan perbanyak bibit berorientasi hamparan, mekanisasi dan kebijakan. *Jurnal Cakrawala* 10 (1): 67 – 79
- Susila K., S.D. Endang, dan F. Annisa. 2011. Pengaruh jenis asam pada sintesis silica gel dari abu bagasse dan uji sifat adsorptifnya terhadap ion logam tembaga (ii). Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta
- Susilo, H., A.Putra, dan Astuti.2016. Pengaruh konsentrasi naoh pada sintesis nanosilika dari sinter silika mata air panas sentral, solok selatan, sumatera barat dengan metode kopresipitasi. *Jurnal Fisika Unand* 5(4): 334-338
- Smallman, R.E dan R.J. Bishop. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Srivastava, V.C., B. Prasad, I.M. Misra, I.D. Mall. 2008. Prediction of breakthrough curves for sorptive removal of phenol by bagasse fly ash packed bed. *Ind.Eng.Chem.Res* 47 (5): 1603-1613

- Surbakti A., M.C. Oley, E.Prasetyo. 2017. Perbandingan antara penggunaan karbonat apatit dan hidroksi apatit pada proses penutupan defek kalvaria dengan menggunakan plasma kaya trombosit. *Jurnal Biomedik (JBM)* 9(2):107-114
- Trivana, L., S.Sugiarti, E. Rohaeti. 2015. Sintesis dan karakterisasi natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dari sekam padi. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan* 7(2): 66-75
- Ummah, S. 2010. Kajian penambahan abu sekam padi dari berbagai suhu pengabuan terhadap plastisitas kaolin. *Jurnal Alchemy* 1(2): 53-103
- Van Noort R. 2003. *Introduction to dental material 2<sup>nd</sup> ed.* London: CV Mosby Company
- Vichery, C. dan J.M. Nedelec. 2016. Review: bioactive glass nanoparticles: from synthesis to materials design for biomedical applications. *Journal Materials* 9(288): 1-17
- Vollenweider, M. , T. J. Brunner, S. Knecht, R. N. Grass, M. Zehnder, T. Imfeld dkk. 2007. Remineralization of human dentin using ultrafine bioactive glass particles. *Acta Biomater* 3(6): 936-943
- Widodo, L.U., G.A.Soedjono, dan L.P. Pratiwi. 2017. Rasio Abu *Bagasse* dengan Naoh Terhadap Proses Pengambilan Silika. *Jurnal Teknik Kimia* 11(2): 45
- Ylanen. H.O. 2011. *Bioactive Glasses: Materials, Properties and Applications.* Woodhead Publishing Limited
- Yu, Y., Z.Bacsik, M.Eden. Contrasting in vitro apatite growth from bioactive glass surface with that spontaneous precipitation. *Journal Materials* 11: 1-18
- Yusuf, Y., H. Aziz, dan P.R.S.Jaslia. 2017. Pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap sifat kimia air rendaman (ph, tds dan kesadahan total) dan sifat kuat tekan mortar semen pcc pada perendaman air laut. *Jurnal Zarah* 5(2): 13-20
- Zakaria M.N, Arief Cahyanto. 2016. An Introduction to Carbonate Apatite as A Biocompatible Material in Dentistry. *Pertemuan Ilmiah Tahunan* 8, Prodi Kedokteran Gigi Unjani hal 80-84



**Lampiran****A. Lampiran Surat Identifikasi Tebu**

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
 Jln. Kalimantan 37 Kampus Tegalboto Kotak Pos 159 Jember 68121  
 Telp. (0331) 334293 Fax (0331) 330225

**SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI**

No. 09 /2019

Ketua Laboratorium Botani Jurusan Biologi dengan ini menerangkan bahwa material tanaman yang dibawa oleh:

Nama : 1. Nia Nurmayanti (NIM : 161610101022)  
 2. Liyathorun Fatimah (NIM : 161610101046)  
 3. Ulfa Mayasari (NIM : 161610101063)  
 4. Yenny Afiv Rosyanah C. (NIM : 161610101097)

Institusiasal : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Pada tanggal 14 Juni 2019, telah diidentifikasi/determinasi berdasarkan Flora of Java, karangan C.A. Backer dan R.C. Bakhuizen Van Den Brink Jr. (1968) Volume III halaman 499,508,584-585 adalah:

No.	Genus	Species	Family
1.	Saccharum	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Poaceae (Gramineae)

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 3 Juli 2019

Ketua Laboratorium Botani

Dra. Dwi Setyati, M.Si.

NIP. 196404171991032001

Determined by Dra. Dwi Setyati. M.Si

## B. Lampiran Surat Ijin Penelitian

## B1. Surat izin penelitian peminjaman alat pembakaran abu ampas tebu di fakultas teknologi pertanian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
Jl. Kalimantan No. 37 Jember ☎ (0331) 333536, Fak. 331991

Nomor : 5861UN25.8.TL/2019  
Perihal : Pinjam Alat Furnace

18 SEP 2019

Kepada Yth  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember  
Di Jember

Dalam rangka pengumpulan data penelitian guna penyusunan skripsi maka, dengan hormat kami mohon bantuan dan kesediaannya untuk memberikan izin penelitian bagi mahasiswa kami di bawah ini:

- |    |                         |  |
|----|-------------------------|--|
| 1  | Nama                    | : Nia Nurnayanti   |
| 2  | NIM                     | : 161610101022   |
| 3  | Semester/Tahun          | : 2019/2020  |
| 4  | Fakultas                | : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember  |
| 5  | Alamat                  | : Jl. Kalimantan No. 37 Jember   |
| 6  | Judul Penelitian        | : Pengaruh Sintering 600°C dan 900°C dengan Waktu Penahan 4 Jam Terhadap Pembentukan <i>Hydroxycarbonate Apatite (HCA) Bioactive Glass Nanosilica</i> Abu Ampas Tebu |
| 7  | Lokasi Penelitian       | : Laboratorium Engineering Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember   |
| 8  | Data/alat yang dipinjam | : Furnace  |
| 9  | Waktu                   | : September 2019 s/d Selesai   |
| 10 | Tujuan Penelitian       | : Untuk Menganalisis Kandungan Silika (SiO <sub>2</sub> ) Abu Ampas Tebu dengan Menggunakan Sintering  |
| 11 | Dosen Pembimbing        | : 1. drg. Izzata Barid, M.Kes<br>: 2. Dr.drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes  |

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih

an. Dekan  
Wakil Dekan I,



Masniari Novita, Sp.OF  
6811251999032001

## Tembusan:

1. Kepala Jurusan TEP
2. Kepala Lab Engineering Hasil Pertanian



B2. Surat izin penelitian penggunaan laboratorium dan penggunaan alat di laboratorium farmasetika fakultas farmasi



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
Jl. Kalimantan No. 37 Jember ☎(0331) 333536, Fak. 331991

27 SEP 2019

Nomor : 6033/UN25.8.TL/2019  
Perihal : Ijin Penelitian

Kepada Yth  
Ketua Bagian Farmasetika  
Laboratorium Biofarmasetika Fakultas Farmasi  
Universitas Jember  
Di Jember

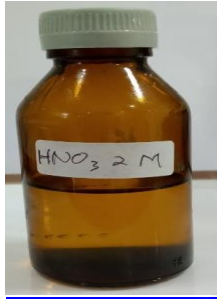
Dalam rangka pengumpulan data penelitian guna penyusunan skripsi maka, dengan hormat kami mohon bantuan dan kesediaannya untuk memberikan ijin penelitian bagi mahasiswa kami dibawah ini:

- |    |                         |  |
|----|-------------------------|--|
| 1  | Nama                    | : Nia Nurmayanti   |
| 2  | NIM                     | : 161610101022   |
| 3  | Semester/Tahun          | : 2018/2019  |
| 4  | Fakultas                | : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember  |
| 5  | Alamat                  | : Jalan Kalimantan Krajan Timur Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur   |
| 6  | Judul Penelitian        | : Pengaruh sintering 600°C dan 900°C dengan Waktu Penahan 4 Jam terhadap Pembentukan <i>Hydroxycarbonate Apatite</i> (HCA) Bioactive Glass Nano Silica Abu Ampas Tebu  |
| 7  | Lokasi Penelitian       | : Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember   |
| 8  | Data/alat yang dipinjam | : titer magnetik, milipore dan lain - lain   |
| 9  | Waktu                   | : September s/d Selesai  |
| 10 | Tujuan Penelitian       | : Untuk Mengetahui Kemurnian Silika dengan Proses Pembuatan dan Uji Kadar SiO <sub>2</sub> Abu Ampas Tebu terhadap pembentukan HCA karena pengaruh perbedaan sintering |
| 11 | Dosen Pembimbing        | : 1. Dr. drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes<br>2. drg. Izzata Barid, M.Kes   |

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih



C. Lampiran Bahan Penelitian



HNO<sub>3</sub> 2M



Calcium Nitrat  
Tetrahydrate  
(Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 4 H<sub>2</sub>O)



Etanol 96%



Phosphorus  
Pentoxide  
(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)



Ampas Tebu



Aluminium Foil



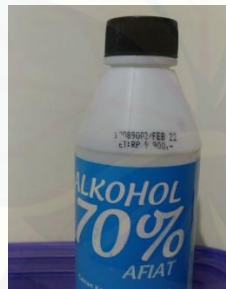
Glass ionomer (fuji IX)



NaOH 2N



Cairan Tubuh Buatan



Alkohol 70%



HCL 0,1 M

D. Lampiran Alat Penelitian



*Magnetic stirrer*



*Magnetic bit*



Gelas ukur



Neraca



*Patridisk*



Pengaduk kaca



Ayakan 200 mesh



Ph Meter



*Muffle Furnace*



Pinset



Oven



Mortal dan Pastel



Cawan Porselin



Beaker Glass 1000



Kertas Saring



Spatula agate



*Eppendorf*



*Paper pad*



PFI



SEM



E. Lampiran Proses pembuatan *Bioactive Glass* dari Abu ampas Tebu

## E1. Proses pembuatan abu ampas tebu

1. Ampas tebu limbah pabrik gula dikeringkan dibawah sinar matahari langsung sebanyak 10 kg



2. Ampas tebu yang telah kering kemudian dibakar dengan api sampai menjadi abu ampas tebu sehingga berubah warna menjadi abu-abu kehitaman



3. Pembakaran ampas tebu seberat 10 kg menghasilkan abu sebanyak 140 gram kemudian diambil 70 gram abu untuk dilakukan sintering bersuhu 600 °C dan 70 gram abu dilakukan sintering 900 °C dengan waktu penahan (*holding time*) masing masing selama 4 jam hingga berubah warna menjadi abu-abu muda



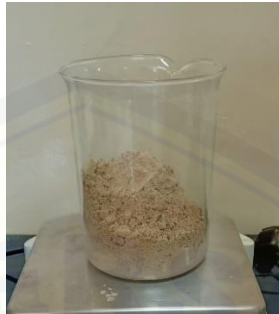
Sintering suhu 600°C selama 4 jam



Sintering suhu 900 °C selama 4 jam

## E2: Proses Pemurnian silika atau *Pre-Treatment* HCL

1. Abu ampas tebu hasil proses sintering diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Hasil ayakan abu tersebut ditimbang dan diambil 25 gram.



2. Sebanyak 25 gram abu dimasukkan kedalam tabung erlenmayer, kemudian ditambahkan larutan HCL 150 ml 0.1 M, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet selama 1 jam. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan logam lain selain silika yang terdapat pada abu. Hasil pengadukan tersebut kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam.



3. Setelah campuran didiamkan selama 24 jam, dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring dan dibilas dengan akuades hingga pH normal yaitu. Pengecekan pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter





4. Hasil yang terdapat kertas saring yaitu berupa residu. Residu atau zat yang tidak dapat melewati kertas saring dikeringkan dalam oven bersuhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam
5. Melakukan uji XRF, FTIR dan SEM

### E3. Pembuatan prekursor silika yang berupa natrium silika (1 resep)

1. Residu yang telah dikeringkan kemudian ditimbang sebanyak 10 gram. Memasukkan residu tersebut kedalam tabung erlenmayer, kemudian dicampur dengan larutan 60 ml NaOH 2 N, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet. Suhu alat pengaduk magnet diaktifkan dan diatur sampai campuran mendidih selama 60 menit



2. Campuran di atas didinginkan hingga mencapai suhu kamar, kemudian disaring dengan kertas saring. Hasil dari penyaringan ini adalah residu berupa natrium silika basah.
3. Mengeringkan natrium silika dengan oven bersuhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam sehingga terbentuk natrium silika



Prekursor silika berbasis abu ampas tebu disintering suhu  $600^{\circ}\text{C}$  4 jam



Prekursor silika berbasis abu ampas tebu disintering suhu  $900^{\circ}\text{C}$  4 jam

### E3. Pembuatan *bioactive glass* dari prekursor silika

1. Natrium silika ditimbang sebanyak 5 gram, kemudian dimasukkan kedalam tabung erlenmayer dan dicampur dengan 15 ml akuades. Campuran tersebut diaduk secara otomatis dengan menggunakan alat pengaduk magnet
2. Sebanyak 2,5 ml etanol 96% ditambahkan pada campuran di atas, dan tetap diaduk dengan pengaduk magnet



3. Menambahkan  $\text{HNO}_3$  2 M sampai pH larutan menjadi normal (7). Pengecekan pH dilakukan menggunakan alat pH meter. Campuran di atas tetap diaduk secara otomatis selama 1 jam.



4. Menambahkan 0,5 gram  $\text{P}_2\text{O}_5$  (*phosporus pentoxide*) kedalam campuran di atas dan tetap diaduk selama 45 menit



- Selanjutnya menambahkan 4,1 gram  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (*calcium nitrate tetrahydrat*) dan tetap diaduk selama 45 menit dan didiamkan selama 5 hari dalam temperatur ruang



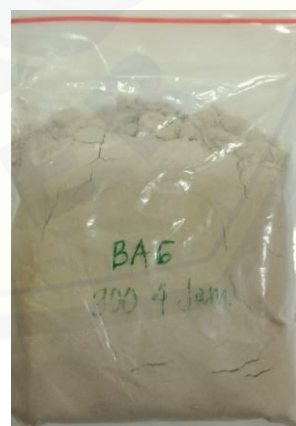
- Mengeringkan gel tersebut dalam oven bersuhu  $60^\circ\text{C}$  selama 72 jam. Pengeringan menggunakan furnace dengan suhu  $700^\circ\text{C}$  selama 5 jam



- Hasil akhir proses ini disebut *powder bioactive glass* berbasis dari abu ampas tebu



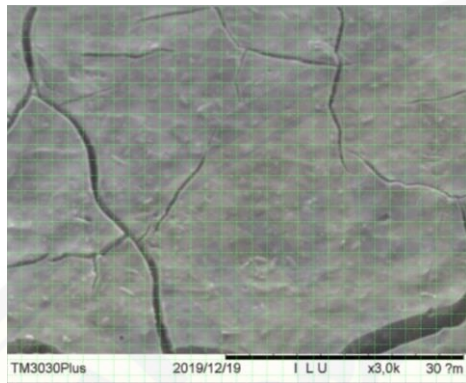
*Bioactive glass* berbasis dari abu ampas tebu yang disintering  $600^\circ\text{C}$  selama 4 jam



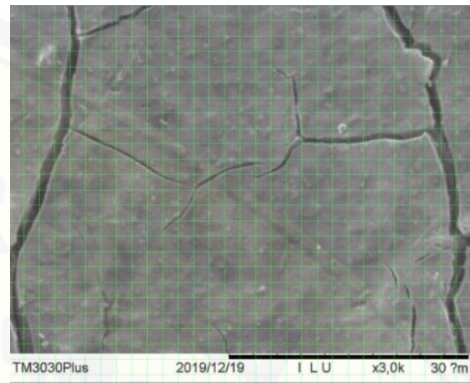
*Bioactive glass* dari berbasis abu ampas tebu yang disintering  $900^\circ\text{C}$  selama 4 jam

F. Lampiran Hasil Pengamatan dengan *Scanning electron microscope* (SEM) setelah diolah dengan software adobe photoshop

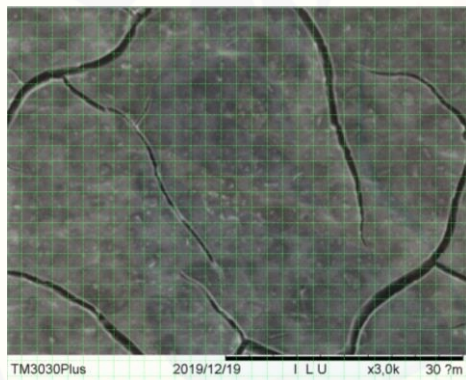
F1. Kelompok kontrol: Inti atau *core* yang direndam dengan cairan tubuh buatan selama 7 hari dalam oven bersuhu 36,5°C



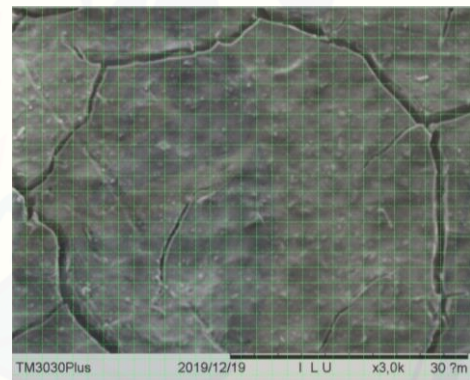
Lapang pandang sampel 1



Lapang pandang sampel 2



Lapang pandang sampel 3

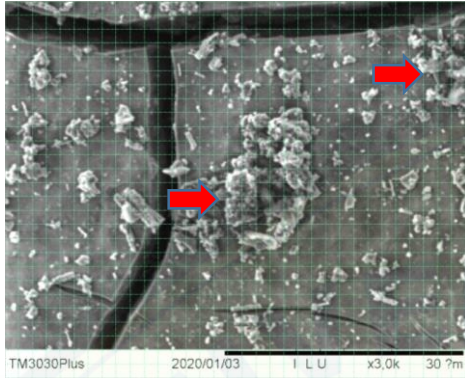


Lapang pandang sampel 4

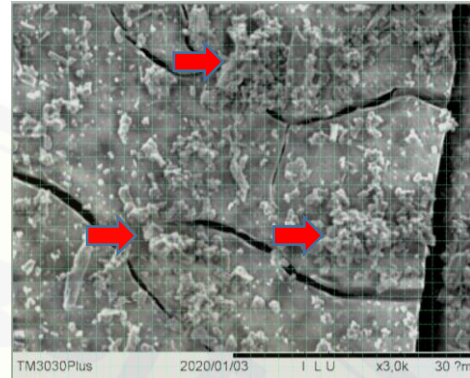
Gambar F.1 Adhesi HCA yang diamati menggunakan SEM pada perbesaran 3000x setelah diolah menggunakan software adobe photoshop untuk dihitung persentase area adhesi HCA menggunakan metode skoring.



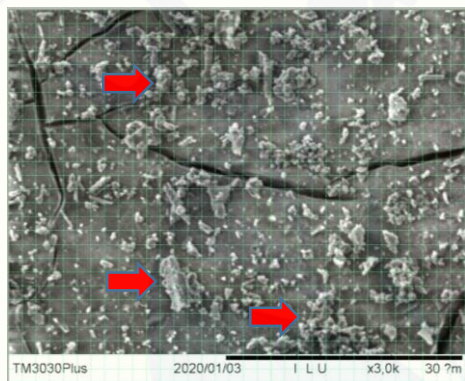
F2. Kelompok Perlakuan 1: Inti atau *core* yang direndam selama 7 hari dalam oven bersuhu 36,5°C dengan campuran antara cairan tubuh buatan dan *bioactive glass* dari ampas tebu yang disintering suhu 600°C



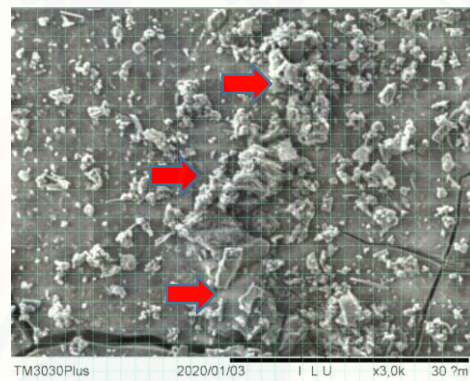
Lapang Pandang sampel 1



Lapang Pandang sampel 2



Lapang Pandang sampel 3

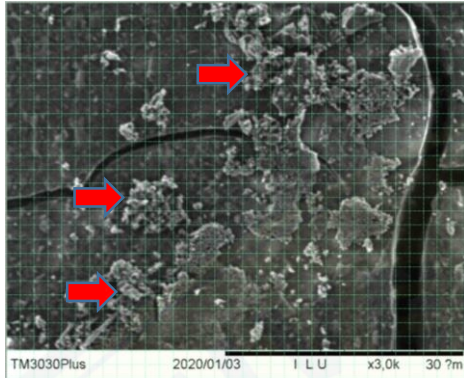


Lapang pandang sampel 4

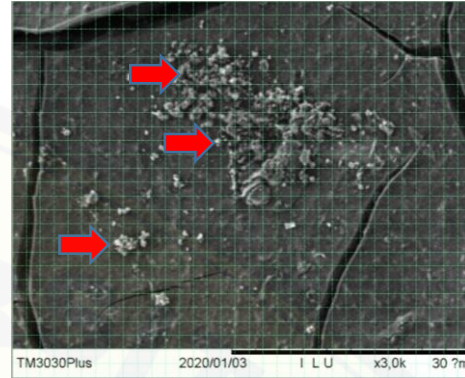
Gambar F.2 Adhesi HCA yang diamati menggunakan SEM pada perbesaran 3000x setelah diolah menggunakan software adobe photoshop untuk dihitung persentase area adhesi HCA menggunakan metode skoring. Tanda panah menunjukan salah satu bagian area yang memiliki adhesi HCA



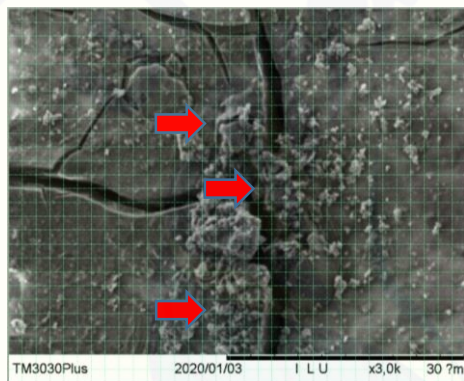
F3. Kelompok Perlakuan 2: Inti atau *core* yang direndam selama 7 hari dalam oven bersuhu 36,5°C dengan campuran antara cairan tubuh buatan dan *bioactive glass* dari ampas tebu yang disintering suhu 900°C



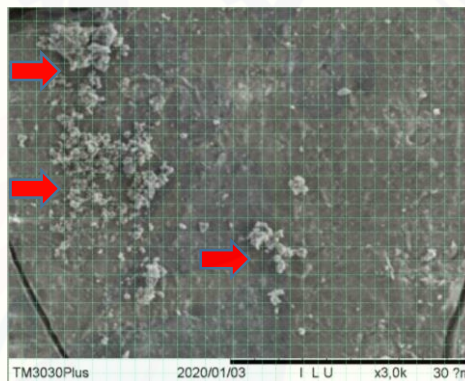
Lapang Pandang sampel 1



Lapang Pandang sampel 2



Lapang Pandang sampel 3



Lapang Pandang sampel 4

Gambar F.2 Adhesi HCA yang diamati menggunakan SEM pada perbesaran 3000x setelah diolah menggunakan software adobe photoshop untuk dihitung persentase area adhesi HCA menggunakan metode skoring. Tanda panah menunjukan salah satu bagian area yang memiliki pembentukan HCA

G. Lampiran persentase pembentukan *hydroxycarbonate apatit (HCA)*

G1: kelompok perlakuan 1: Inti atau *core* yang direndam selama 7 hari dalam oven bersuhu 36,5°C dengan campuran antara cairan tubuh buatan dan *bioactive glass* berbasis dari ampas tebu yang disintering suhu 600°C

SUHU 600°C	SKOR	JUMLAH	TOTAL SKOR	PERSENTASE (%)
Lapang Pandang sampel 1	0	358	0	
	1	348	348	
	2	85	170	
	3	86	258	
	4	33	132	
TOTAL		910	908	24,9450549
Lapang Pandang sampel 2	0	112	0	
	1	518	518	
	2	126	252	
	3	116	348	
	4	38	152	
TOTAL		910	1270	34,8901099
Lapang Pandang sampel 3	0	122	0	
	1	472	472	
	2	204	408	
	3	84	252	
	4	28	112	
TOTAL		910	1244	34,1758242
Lapang Pandang sampel 4	0	202	0	
	1	348	348	
	2	172	344	
	3	109	327	
	4	79	316	
TOTAL		910	1335	36,6758242

G2: kelompok perlakuan 2: Inti atau *core* yang direndam selama 7 hari dalam oven bersuhu 36,5°C dengan campuran antara cairan tubuh buatan dan *bioactive glass* berbasis dari ampas tebu yang disintering suhu 900°C

SUHU 900°C	SKOR	JUMLAH	TOTAL SKOR	PERSENTASE (%)
Lapang Pandang sampel 1	0	553	0	
	1	193	193	
	2	79	158	
	3	40	120	
	4	45	180	
TOTAL		910	651	17,8846154
Lapang Pandang sampel 2	0	678	0	
	1	123	123	
	2	33	66	
	3	42	126	
	4	34	136	
TOTAL		910	451	12,3901099
Lapang Pandang sampel 3	0	631	0	
	1	152	152	
	2	47	94	
	3	40	120	
	4	40	160	
TOTAL		910	526	14,4505495
Lapang Pandang sampel 4	0	660	0	
	1	166	166	
	2	31	62	
	3	37	111	
	4	16	64	
TOTAL		910	403	11,0714286

## H. Lampiran Hasil Uji SPSS

### H1: Hasil Uji Normalitas Shapiro Wilk terhadap suhu

#### Tests of Normality

HCA	Suhu	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	Kontrol	.	4	.	4	.	
	600 4 jam	,343	4	.	,835	,182	
	900 4 jam	,218	4	.	,920	,538	

a. Lilliefors Significance Correction

### H2: Hasil Uji Homogenitas Menggunakan Uji Levene Test

#### Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
HCA	Based on Mean	4,107	2	9	,054
	Based on Median	1,523	2	9	,269
	Based on Median and with adjusted df	1,523	2	4,134	,319
	Based on trimmed mean	3,577	2	9	,072

### H3: Hasil Uji One Way Anova

#### ANOVA

HCA					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2163,500	2	1081,750	85,778	,000
Within Groups	113,500	9	12,611		
Total	2277,000	11			

### H4: Hasil Uji Lanjutan menggunakan Uji LSD

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: HCA

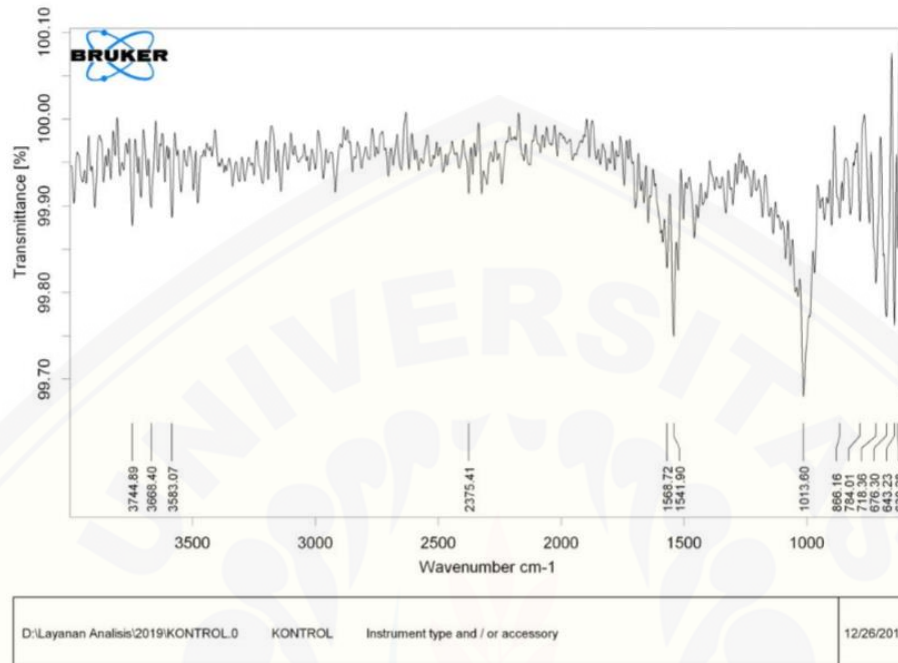
LSD

(I) Suhu	(J) Suhu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	600 4 jam	-32,750*	2,511	,000	-38,43	-27,07
	900 4 jam	-13,750*	2,511	,000	-19,43	-8,07
600 4 jam	Kontrol	32,750*	2,511	,000	27,07	38,43
	900 4 jam	19,000*	2,511	,000	13,32	24,68
900 4 jam	Kontrol	13,750*	2,511	,000	8,07	19,43
	600 4 jam	-19,000*	2,511	,000	-24,68	-13,32

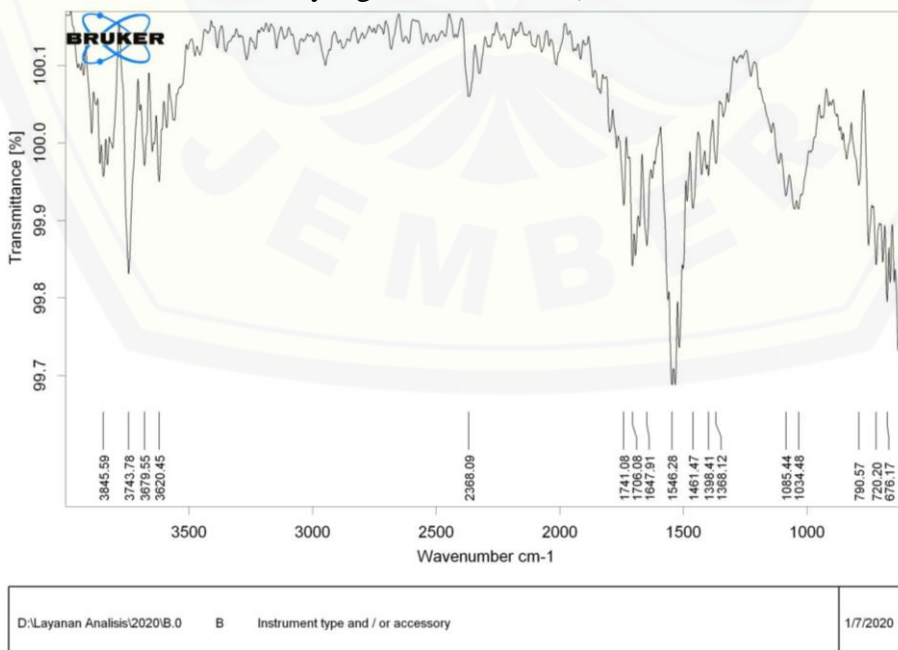
\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## I: Lampiran Hasil FTIR

I1: Spektrum FTIR Kelompok Kontrol (Inti atau *core* yang direndam dalam cairan tubuh buatan selama 7 hari di dalam oven yang bersuhu 36,5°C)

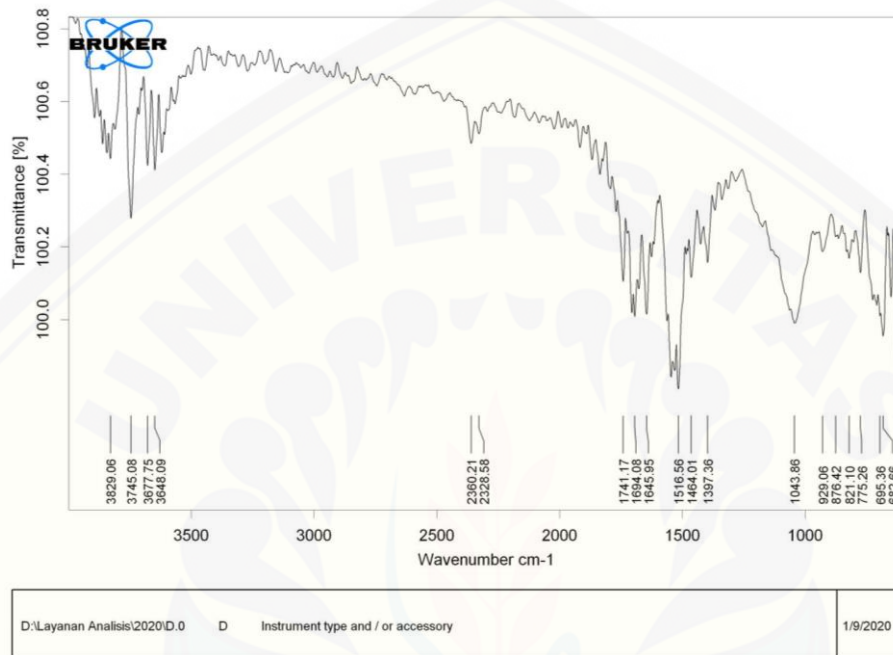


I2: Spektrum FTIR Kelompok Perlakuan 1 BAG600 (Inti atau *core* yang direndam dalam campuran cairan tubuh buatan dengan *bioactive glass* berbasis dari abu ampas tebu yang disintering 600 °C selama 4 jam selama 7 hari di dalam oven yang bersuhu 36,5°C)





I3: Spektrum FTIR Kelompok Perlakuan 1 BAG600 (Inti atau *core* yang direndam dalam campuran cairan tubuh buatan dengan *bioactive glass* berbasis berbasis dari abu ampas tebu yang disintering 900 °C selama 4 jam selama 7 hari di dalam oven yang bersuhu 36,5°C)



## J. Lampiran Hasil Uji XRF

J1: Hasil Uji XRF residu setelah perendaman HCL pada sampel 600°C 4 jam

Komposisi	Si	P	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Ba
Jumlah (%)	63,3	2,2	15,3	8,49	0,89	0,27	0,82	6,1	2,6

J2: Hasil Uji XRF residu setelah perendaman HCL pada sampel 900°C 4 jam

Komposisi	Si	P	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Ba	Al
Jumlah (%)	57,7	1,9	15,7	9,12	0,80	0,88	6,1	0,8	3,5	3,1