



**ANALISIS PEMBENTUKAN *HYDROXYCARBONATE APATITE*  
*BIOACTIVE GLASS* BERBASIS SILIKA DARI ABU AMPAS  
TEBU PADA SUHU SINTERING 600°C DAN 900°C  
DENGAN WAKTU PENAHAN 2 JAM**

**SKRIPSI**

Oleh

**Liyathotun Fatimah**

**NIM 161610101046**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**ANALISIS PEMBENTUKAN *HYDROXYCARBONATE APATITE*  
*BIOACTIVE GLASS* BERBASIS SILIKA DARI ABU AMPAS  
TEBU PADA SUHU SINTERING 600°C DAN 900°C  
DENGAN WAKTU PENAHAN 2 JAM**

**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

**Liyathotun Fatimah**

**NIM 161610101046**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan perlindungan-Nya
2. Kedua orang tua yang saya cintai
3. Kakak saya Darul Hidayatulloh, adik-adik saya Kusuma Rani, Kusuma Rini dan Sulthon Nur Azis yang saya sayangi
4. Guru-guru sejak TK, SD, SMP, SMA yang telah mendidik dan memberikan ilmu yang sangat bermanfaat
5. Segenap almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

**MOTTO**

“Wahai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(Q.S. Al-Baqarah: 153)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(Q.S. Al-Insyirah: 6-8)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Liyathotun Fatimah

NIM : 161610101046

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul “Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite Bioactive Glass* Berbasis Silika dari Abu Ampas Tebu Pada Suhu Sintering 600°C Dan 900°C dengan Waktu Penahan 2 Jam” adalah benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. 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 dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 Februari 2020

Yang menyatakan,

Liyathotun Fatimah

161610101046

**SKRIPSI**

**ANALISIS PEMBENTUKAN *HYDROXYCARBONATE APATITE*  
*BIOACTIVE GLASS* BERBASIS SILIKA DARI ABU AMPAS  
TEBU PADA SUHU SINTERING 600°C DAN 900°C  
DENGAN WAKTU PENAHAN 2 JAM**

Oleh

**Liyathotun Fatimah**

**NIM 161610101046**

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

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

**PENGESAHAN**

Skripsi yang berjudul “Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite Bioactive Glass* Berbasis Silika dari Abu Ampas Tebu Pada Suhu Sintering 600°C Dan 900°C dengan Waktu Penahan 2 Jam” telah di uji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Gigi pada :

Hari, tanggal : Rabu, 19 Februari 2020

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Dosen Penguji Ketua

Dosen Penguji Anggota

drg. Yenny Yustisia, M. Biotech.  
NIP. 197903252005012001

Dr. drg. Tecky Indriana, M.Kes.  
NIP. 196811261997022001

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

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

drg. Izzata Barid, M.Kes.  
NIP. 196805171997022001

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Jember

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

## RINGKASAN

**Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite Bioactive Glass* Berbasis Silika dari Abu Ampas Tebu Pada Suhu Sintering 600°C Dan 900°C dengan Waktu Penahan 2 Jam;** Liyathotun Fatimah; 161610101046; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Banyaknya pabrik gula di Indonesia yang masih beroperasi hingga saat ini menghasilkan limbah ampas tebu yang cukup melimpah. Pemanfaatan limbah ampas tebu ini belum dimanfaatkan secara optimal. Ampas tebu yang dikeringkan kemudian dilakukan pembakaran akan menghasilkan abu ampas tebu. Abu ampas tebu memiliki kandungan silika yang cukup tinggi yaitu >50 %. Silika merupakan salah satu komponen penyusun terbanyak pada *bioactive glass*. *Bioactive glass* ketika berkontak dengan cairan tubuh akan membentuk lapisan *hydroxycarbonate apatite*. Kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) pada *bioactive glass* berpengaruh terhadap pembentukan *hydroxycarbonate apatite*, semakin tinggi kandungan  $\text{SiO}_2$  maka semakin tinggi pula pembentukan *hydroxycarbonate apatite*. Besarnya kandungan silika pada abu ampas tebu dapat dipengaruhi oleh suhu sintering pada proses ekstraksinya. Peningkatan suhu sintering menyebabkan penurunan kandungan silika, tetapi kristalisasinya menjadi lebih tinggi. Kristalisasi ini menurunkan sifat reaktif dari silika, yang berpengaruh terhadap pembentukan *hydroxycarbonate apatite*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan persentase luas area pembentukan *hydroxycarbonate apatit* (HCA) dari bahan *bioactive glass* abu ampas tebu pada suhu sintering 600°C dan 900°C dengan waktu penahan 2 jam.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *the post test with control group design*, yaitu melakukan pengamatan atau pengukuran pada kelompok perlakuan dan membandingkannya dengan kelompok kontrol dalam waktu tertentu. Terdapat 3 kelompok pada penelitian ini yaitu kelompok pertama kelompok kontrol (perendaman inti semen ionomer kaca (SIK) pada larutan SBF (*simulated body fluid*) tanpa ditambahkan



bubuk *bioactive glass*), kelompok kedua yaitu kelompok perlakuan A (perendaman SIK pada campuran larutan SBF dengan bubuk *bioactive glass* pada suhu sintering 600°C), kelompok ketiga yaitu kelompok perlakuan B (perendaman SIK pada campuran larutan SBF dengan bubuk *bioactive glass* pada suhu sintering 900°C). Inti SIK pada masing-masing kelompok dibentuk dengan cetakan silindris berdiameter 0,3 cm dan tinggi 0,5 cm. Perendaman dilakukan selama 7 hari pada suhu tubuh yaitu 36,5 °C. Kemudian sampel diambil dan diangin-anginkan hingga kering pada suhu ruang dan dilakukan pengamatan menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) untuk melihat luas area pembentukan HCA dengan perbesaran 3000x dan kemudian dilakukan uji FTIR.

Hasil penelitian menunjukkan data berdistribusi normal dan homogen. Uji *one way Anova* menunjukkan signifikansi  $P < 0,05$  yang berarti terdapat perbedaan pembentukan HCA pada setiap kelompok. Uji lanjutan LSD menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna ( $P < 0,05$ ) antar kelompok penelitian yaitu kelompok kontrol yang tanpa pemberian bubuk *bioactive glass* dan kelompok perlakuan yang ditambahkan bubuk *bioactive glass*. Pada kelompok kontrol menunjukkan tidak adanya pembentukan HCA, sedangkan pada kelompok perlakuan A dan kelompok perlakuan B terdapat pembentukan HCA. Penambahan *bioactive glass* yang berasal dari silika dengan suhu sintering 600°C secara bermakna menunjukkan pembentukan HCA yang lebih besar dibandingkan dengan suhu sintering 900°C. Suhu sintering berpengaruh terhadap kandungan silika yang terekstraksi dari abu ampas tebu. Kandungan silika pada *bioactive glass* berpengaruh terhadap pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) dimana pembentukan HCA akan meningkat pada daerah yang tinggi kandungan SiO<sub>2</sub> ketika direndam larutan SBF (*Simulated Body Fluid*). Hal ini juga dipengaruhi oleh sifat reaktif silika. Sifat reaktif silika dari abu ampas tebu dipengaruhi oleh suhu sintering pada saat ekstraksi silika. Semakin tinggi suhu sintering maka semakin tinggi kekristalan silika, namun sifat kereaktifannya akan semakin berkurang.

Dapat disimpulkan bahwa peningkatan suhu sintering menyebabkan penurunan kandungan silika yang berpengaruh terhadap penurunan pembentukan

HCAnya. Persentase luas area pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) dari bahan *bioactive glass* (BAG) berbasis silika dari abu ampas tebu pada suhu sintering 600°C lebih tinggi dibandingkan dengan bahan BAG berbasis silika dari abu ampas tebu pada suhu sintering 900°C.



## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat mengemban ilmu dengan baik di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite Bioactive Glass* Berbasis Silika dari Abu Ampas Tebu Pada Suhu Sintering 600°C Dan 900°C dengan Waktu Penahan 2 Jam”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat penyelesaian pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, motivasi, semangat, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan perlindungan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini
2. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes., Sp. Pros. selaku dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
3. Dr. drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes. selaku dosen pembimbing utama dan drg. Izzata Barid, M.Kes. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah melibatkan saya dalam penelitian dan meluangkan waktu untuk membimbing saya;
4. drg. Yenny Yustisia, M. Biotech. selaku dosen penguji ketua dan drg. Tecky Indriana, M.Kes. selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penulisan tugas akhir saya;
5. drg. Pudji Astuti, M.Kes. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan motivasi selama saya kuliah di FKG;
6. Segenap almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
7. Kedua orangtua yang saya cintai, kakak saya Darul Hidayatulloh, adik-adik saya Kusuma Rani, Kusuma Rini dan Sulthon Nur Azis yang saya sayangi;

8. Sobat tebu: Nia Nurmayanti, Yenny Afiv Rosyanah Canerry & Ulfa Mayasari yang selalu hadir dengan segala kekokakannya melewati segala suka duka dan selalu menjadi penyemangat;
9. Pihak-pihak yang berjasa dalam penelitian: bu Itus Farmasi, bu Titin Farmasi, bu Hani Farmasi, pak Iwan Kalab EHP pada masanya, bu Vira teknisi lab. EHP, mas Haidzar teknisi lab. Teknologi Terapan, mas Taufan teknisi lab. Biosain POLIJE, pak Mukhlis FKG yang berjasa dalam pembakaran ampas tebu, dan bu Auridho yang mengorbankan waktunya mengambil ampas tebu dan tanaman tebu untuk penelitian ini;
10. Teman-teman Fakultas Ilmu Komputer yang selalu membantu mengenai perangkat lunak: Brian Rizqi Paradisiaca Darnoto, Akhmad Dani Munif, & Dewa Gede Ardi Cahya Putra;
11. Teman-teman tutorial jaran goyang, Farina Nur Amala, Sunana Ageng dan khususnya Shintia Dwi Pramesty yang selalu menghibur dan selalu memberi semangat;
12. Teman-teman KKN 38, terutama Rofidatul Husniyah yang selalu ada dalam suka maupun duka dan tidak henti-hentinya memberi semangat;
13. Teman-teman DEXTRA 2016, teman-teman UKMF Lisma dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari keterbatasan dan kekurangan penulisan skripsi ini, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 19 Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO .....	iv
PERNYATAAN.....	v
PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN .....	viii
PRAKATA .....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Tebu.....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Tebu .....	5
2.1.2 Morfologi Tanaman Tebu .....	5
2.1.3 Ampas Tebu .....	6
2.1.4 Abu Ampas Tebu .....	6
<b>2.2 Silika.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Bioactive Glass .....</b>	<b>8</b>
2.3.1 Bioactive Sol-gel Glass .....	8
<b>2.4 Hydroxycarbonate Apatite .....</b>	<b>9</b>
<b>2.5 Sintering.....</b>	<b>10</b>
<b>2.6 Semen Ionomer Kaca.....</b>	<b>11</b>

<b>2.7 X-Ray Flourencence</b> .....	11
<b>2.8 Uji Scanning Electron Microscope (SEM)</b> .....	12
<b>2.9 Fourier Transform Infra Red (FTIR)</b> .....	12
<b>2.10 Kerangka Konsep</b> .....	14
<b>2.11 Hipotesis Penelitian</b> .....	15
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	16
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	16
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	16
3.2.1 Tempat Penelitian.....	16
3.2.2 Waktu Penelitian .....	16
<b>3.3 Identifikasi Variabel</b> .....	17
3.3.1 Variabel Bebas .....	17
3.3.2 Variabel Terikat .....	17
3.3.3 Variabel Terkendali.....	17
<b>3.4 Definisi Operasional</b> .....	17
3.4.1 Abu Ampas Tebu .....	17
3.4.2 Silika .....	17
3.4.3 Waktu Penahan 2 Jam .....	17
3.4.4 <i>Bioactive Glass</i> dari Abu Ampas Tebu.....	17
3.4.5 <i>Hydroxycarbonate Apatite (HCA)</i> .....	18
3.4.6 Inti Semen Ionomer Kaca (SIK) .....	18
<b>3.5 Sampel Penelitian</b> .....	18
3.5.1 Kriteria Sampel Penelitian .....	18
3.5.2 Besar Sampel.....	18
3.5.3 Pengelompokan Sampel Penelitian .....	19
3.5.3.1 Kelompok Kontrol .....	19
3.5.3.2 Kelompok Perlakuan A .....	19
3.5.3.3 Kelompok Perlakuan B .....	19
<b>3.6 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....	19
3.6.1 Alat Penelitian.....	19
3.6.2 Bahan Penelitian.....	20

<b>3.7 Prosedur Penelitian</b> .....	21
3.7.1 Tahap Persiapan .....	21
3.7.2 Pembuatan <i>Bioactive Glass</i> dari Abu Ampas Tebu .....	21
3.7.2.1 Pembuatan Abu Ampas Tebu.....	21
3.7.2.2 Ekstraksi Silika dari Abu Ampas Tebu.....	21
3.7.2.3 Pembuatan Prekursor Silika yang Berupa Natrium Silika .....	22
3.7.2.4 Pembuatan <i>Bioactive Glass</i> dari Natrium Silika.....	22
3.7.3 Pembuatan Larutan SBF ( <i>Simulated Body Fluid</i> ) .....	23
3.7.4 Manipulasi Semen Ionomer Kaca Sebagai Inti ( <i>core</i> ).....	23
3.7.5 Perendaman Inti ( <i>core</i> ) SIK Dalam Campuran Larutan SBF dengan Bubuk <i>Bioactive Glass</i> dari Abu Ampas Tebu .....	24
3.7.6 Penghitungan Jumlah Pembentukan HCA dengan Metode <i>Scoring</i>	24
<b>3.8 Analisis Data</b> .....	28
<b>3.9 Alur Penelitian</b> .....	28
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	29
<b>4.1 Hasil</b> .....	29
<b>4.2 Pembahasan</b> .....	31
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	35
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	35
<b>5.2 Saran</b> .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	36
<b>LAMPIRAN</b> .....	40

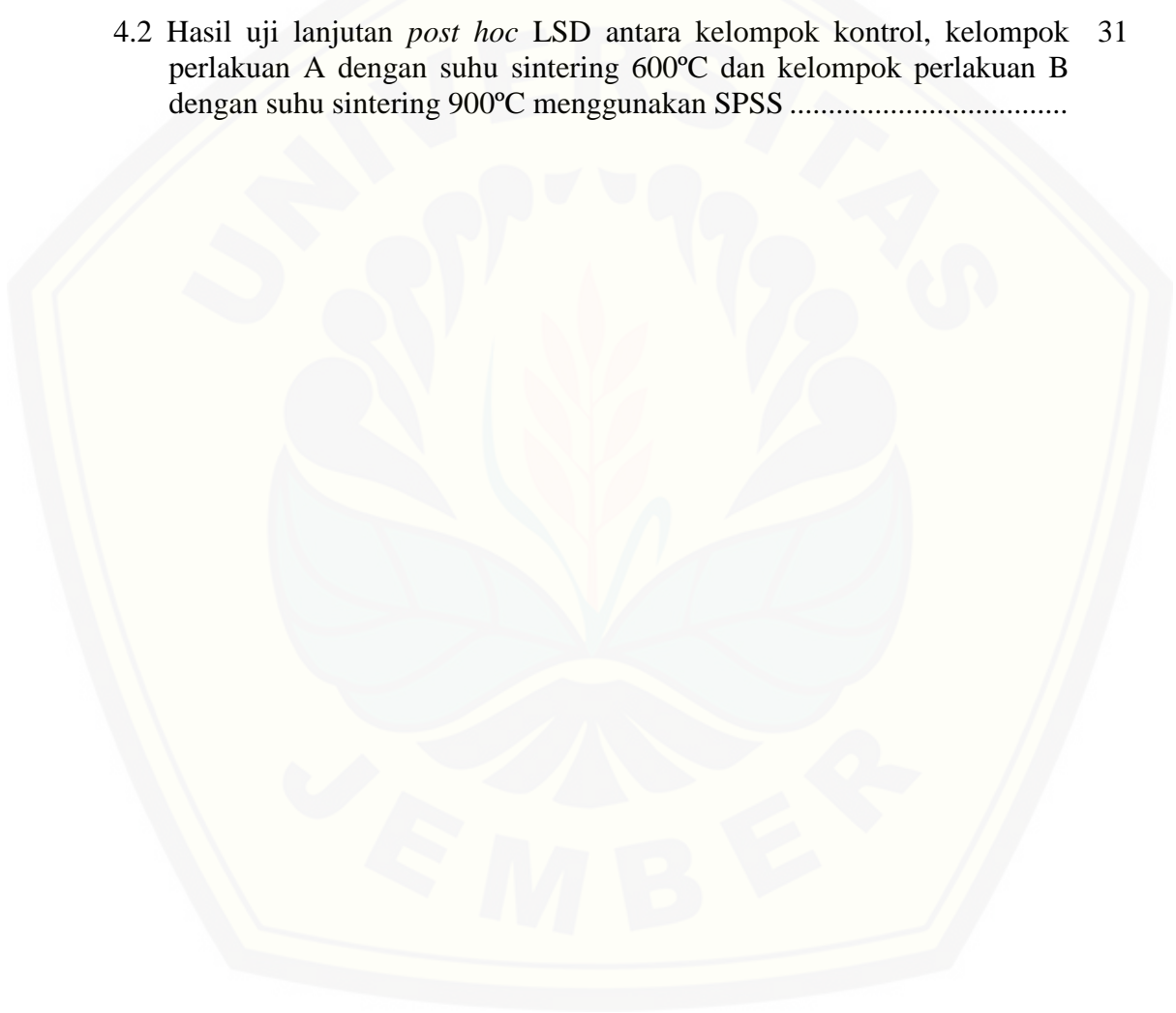
**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Tampilan Tanaman Tebu .....	4
2.2 Kerangka Konsep .....	14
3.1 Pengaturan grid pada aplikasi adobe photoshop .....	25
3.2 Pengaturan ukuran, warna dan subdivisi grid pada aplikasi adobe photoshop .....	25
3.3 Tampilan kamar hitung dengan metode <i>scoring</i> pada aplikasi adobe photoshop .....	26
3.4 Alur Penelitian .....	28
4.1 Gambar hasil uji SEM pembentukan HCA pada permukaan inti SIK dengan perbesaran 3000x yang telah di grid menggunakan aplikasi adobe photoshop .....	29
4.2 Diagram persentase pembentukan HCA kelompok kontrol, kelompok perlakuan A dengan suhu sintering 600°C dan kelompok perlakuan B dengan suhu sintering 900°C .....	30



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
4.1 Persentase luas area pembentukan HCA dengan menggunakan metode <i>scoring</i> gambar hasil uji SEM pada rata-rata kelompok kontrol, kelompok perlakuan A dengan suhu sintering 600°C dan kelompok perlakuan B dengan suhu sintering 900°C .....	30
4.2 Hasil uji lanjutan <i>post hoc</i> LSD antara kelompok kontrol, kelompok perlakuan A dengan suhu sintering 600°C dan kelompok perlakuan B dengan suhu sintering 900°C menggunakan SPSS .....	31



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki kurang lebih 64 buah pabrik gula yang hingga saat ini masih beroperasi dengan berbagai kapasitas produksi dan menghasilkan sisa pembakaran ampas tebu yaitu berupa abu ampas tebu dalam jumlah yang sangat banyak (Yusuf dkk., 2014). Sebagian besar dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan secara optimal (Suhendarwati dkk., 2014). Abu ampas tebu merupakan abu sisa pembakaran ampas tebu yang memiliki kandungan senyawa silika ( $\text{SiO}_2$ ). Menurut penelitian Kazmi dkk. (2016), kandungan silika abu ampas tebu lebih tinggi dibandingkan abu sekam padi.

Suhu sintering abu ampas tebu berpengaruh terhadap kandungan silika. Penelitian Wibowo (2006) mengungkapkan bahwa apabila ampas tebu disinter pada suhu  $600^\circ\text{C}$  berhasil menaikkan unsur silika ( $\text{SiO}_2$ ), aluminat ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), ferrit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) sebesar 77,33% (Karimah dkk., 2015). Selain itu pada pembakaran abu ampas tebu melalui laju pemanasan  $300^\circ\text{C}/\text{jam}$  dan kemudian ditahan pada suhu  $650^\circ\text{C}$  selama 2 jam diperoleh kandungan silika sebanyak 72% (Hariharan dkk., 2013). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Alayande dkk. (2012), abu ampas tebu yang disintering pada suhu  $900^\circ\text{C}$  menunjukkan komponen silika sebesar 56,50 wt%.

Silika adalah senyawa hasil polimerisasi asam silikat, yang tersusun dari rantai satuan  $\text{SiO}_4$  tetrahedral dengan formula umum  $\text{SiO}_2$ . Silika sebagai senyawa yang terdapat di alam berstruktur kristalin, sedangkan sebagai senyawa sintesis adalah amorph. Silika gel sebagai salah satu senyawa silika sintesis yang berstruktur amorph. Silika gel merupakan salah satu bahan kimia berbentuk padatan yang banyak dimanfaatkan sebagai adsorben (Sulastri dkk., 2010). Silika merupakan kandungan terbesar penyusun *bioactive glass* (Abbasi dkk., 2015). Besarnya kandungan silika pada abu ampas tebu berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan *bioactive glass*, sehingga mempunyai nilai tambah yang lebih

dengan memanfaatkan limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik gula (Kristianingrum dkk., 2011; Wijayanto, 2018).

*Bioactive glass* pertama kali diperkenalkan oleh Hench pada tahun 1969 di Universitas Florida (Abbasi dkk., 2015). Kandungan terbesar dari *bioglass* 45S5 adalah silika yang dapat diserap dengan cepat dengan pergantian tulang yang lebih cepat pula (Anusavice, 2013). Di bidang kedokteran gigi, *bioactive glass* dapat digunakan untuk meregenerasi dentin, *scaffold*, dan perawatan pada gigi yang sensitif (Abbasi dkk., 2015). Bahan *bioactive glass* meregenerasi dentin dengan membentuk lapisan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) setelah bereaksi dengan cairan tubuh (Jones, 2013). *Bioactive glass* mampu membentuk HCA dalam waktu kurang dari 2 jam dan mengikat jaringan (Farooq dkk., 2012). Kandungan  $\text{SiO}_2$  pada *bioactive glass* berpengaruh terhadap pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA). Pembentukan HCA akan meningkat pada daerah yang tinggi kandungan  $\text{SiO}_2$  ketika direndam larutan SBF (*Simulated Body Fluid*) (Kontonasaki dkk., 2002). Hal ini dipengaruhi oleh sifat reaktif silika. Sifat reaktif silika dari abu ampas tebu dipengaruhi oleh suhu sintering pada saat ekstraksi silika. Semakin tinggi suhu sintering maka semakin tinggi kekristalan silika, namun sifat kereaktifannya akan semakin berkurang (Sholihah, 2008).

Semen ionomer kaca (SIK) merupakan 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. SIK memiliki kandungan  $\text{SiO}_2$  sebanyak 35,2-41,9% menunjukkan adanya kemungkinan SIK merupakan material bioaktif (Suprastiwi, 2009). Namun, Kamikitahara dkk (2001) menyimpulkan bahwa sulit mendapatkan SIK yang bioaktif karena adanya asam poliakrilik yang terlepas (Kamikitahara dkk., 2001). SIK memiliki keterbatasan, salah satunya mudah mengalami kebocoran tepi akibat sineresis (penguapan air). Kebocoran tepi dapat diminimalisir dengan cara memberi bahan *bioactive glass* ke dalam semen ionomer kaca sebagai *remineralizing agent* (Kinasih, 2016). Semen ionomer kaca yang dicampur dengan bahan *bioactive glass* menunjukkan adanya pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (Mabrouk dkk., 2012). Menurut penelitian yang

dilakukan oleh Hidayat (2017), *bioactive glass* didapatkan dari abu ampas tebu yang dibakar dengan alat *furnace* pada suhu 900°C selama 2 hari ditambahkan sebanyak 0,04 wt% pada bubuk glass ionomer tipe II dan waktu perendaman yang lama menyebabkan peningkatan pembentukan HCA namun belum terlihat dengan jelas, sehingga pada penelitian ini peneliti menggunakan inti SIK sebagai media nukleasi pembentukan *hydroxycarbonate apatite*.

Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan penelitian silika abu ampas tebu dengan suhu sintering silika 600°C dan 900°C selama 2 jam sehingga dapat menghasilkan *bioactive glass* murni dan melihat apakah terdapat perbedaan persentase luas area pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) dari bahan *bioactive glass* berbasis silika dari abu ampas tebu pada suhu sintering 600°C dan 900°C dengan waktu penahan 2 jam dengan menggunakan inti SIK sebagai media nukleasi pembentukan *hydroxycarbonate apatite*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu apakah terdapat perbedaan persentase luas area pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) dari bahan *bioactive glass* berbasis silika dari abu ampas tebu pada suhu sintering 600°C dan 900°C dengan waktu penahan 2 jam?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk menganalisis perbedaan persentase luas area pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) dari bahan *bioactive glass* berbasis silika dari abu ampas tebu pada suhu sintering 600°C dan 900°C dengan waktu penahan 2 jam.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Memanfaatkan kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) pada limbah ampas tebu

2. Mengetahui perbedaan persentase luas area pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) bahan *bioactive glass* berbasis silika dari abu ampas tebu pada suhu sintering 600°C dan 900°C dengan waktu penahan 2 jam
3. Dapat digunakan sebagai acuan untuk dilakukan penelitian selanjutnya



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tebu

#### 2.1.1 Klasifikasi Tanaman Tebu

Kingdom : Plantae

Super Divisi : Spermatophyta (Tumbuhan yang menghasilkan biji)

Divisi/fillum : Magnoliophyta (Tumbuhan yang memiliki bunga)

Kelas : Liliopsida (Tumbuhan dengan biji berkeping satu/monokotil)

Ordo : Poales

Famili/suku : Graminae atau poaceae

Genus : Saccharum

Spesies/jenis : *Saccharum officinarum* Linn (Sari dkk., 2019).



Gambar 2.1: Tampilan Tanaman Tebu (Koleksi pribadi, 2019)

#### 2.1.2 Morfologi Tanaman Tebu

Secara morfologis, tanaman tebu dapat dibedakan menjadi:

##### 1. Morfologi batang tanaman tebu

Tanaman tebu memiliki batang yang berbentuk tegak dan tidak memiliki cabang. Batangnya dapat mencapai ketinggian 3 hingga 5 meter atau lebih.

Tanaman tebu memiliki kulit batang berwarna hijau, merah tua, ungu, maupun kombinasi dari warna-warna tersebut (Sari dkk., 2019).

## 2. Morfologi daun tanaman tebu

Tanaman tebu memiliki daun yang tidak lengkap, yaitu hanya terdiri dari helaian daun dan pelepah daun, dengan tidak dilengkapi oleh tangkai daun. Pelepah daunnya memeluk batang yang semakin ke atas akan semakin sempit (Sari dkk., 2019).

## 3. Morfologi akar tanaman tebu

Sistem perakaran tanaman tebu yaitu akar serabut dengan panjang dapat mencapai hingga 1 meter. Terdapat 2 macam akar pada saat tanaman tebu masih berupa bibit atau pada saat tanaman tebu masih muda diantaranya yaitu akar tunas dan akar stek. Akar tunas sesuai dengan namanya yaitu dari tunas, dengan berumur panjang dan tetap ada selama tebu masih tumbuh. Sedangkan akar stek berasal dari stek batang tanaman tebu, tidak dapat berumur panjang dan hanya ada pada saat tanaman tebu masih muda (Sari dkk., 2019).

## 4. Morfologi bunga tanaman tebu

Tanaman tebu memiliki jenis bunga majemuk. Bunga tanaman tebu terdiri atas malai dengan pertumbuhan yang terbatas. Panjang dari bunga majemuk berkisar antara 70 hingga 90 cm. Masing masing bunga pada tanaman tebu memiliki tiga daun kelopak, tiga benang sari, dua kepala putik dan satu daun mahkota (Sari dkk., 2019).

### 2.1.3 Ampas Tebu

Ampas tebu (*bagasse*) adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada Industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu/bagas tebu (Sari dkk., 2019). *Bagasse* mengandung air 48 – 52%, gula 3,3% dan serat 47,7% (Kristianingrum dkk., 2011).

### 2.1.4 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu merupakan limbah sisa pembakaran ampas tebu. Dari hasil analisa XRF terhadap abu *bagasse* diketahui bahwa dalam abu ampas tebu

mengandung mineral–mineral yang berupa Si, K, Ca, Ti, V, Mn, Fe, Cu, Zn dan P. Kandungan yang paling besar dari mineral– mineral tersebut adalah silikon (Si) sebesar 55,5%. Abu ampas tebu yang diperoleh dari sisa pembakaran pabrik gula juga memiliki kandungan silikat ( $\text{SiO}_2$ ), aluminat ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Ferrit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Karena kandungan silika dalam abu ampas tebu besar maka abu bagasse berpotensi sebagai bahan baku pembuatan silika gel sehingga mempunyai nilai tambah yang lebih dengan memanfaatkan limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik gula (Kristianingrum dkk., 2011; Karimah dkk., 2015).

Penelitian yang dilakukan oleh Nurwaji Wibowo (2006), diketahui ampas tebu apabila dibakar pada suhu  $600^\circ\text{C}$  berhasil menaikkan unsur silika ( $\text{SiO}_2$ ), aluminat ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), ferrit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) sebesar 77,33%. Penelitian tentang pemanfaatan abu ampas tebu juga telah dilakukan oleh Rompas, dkk (2013) yang hasilnya menunjukkan bahwa abu ampas tebu yang dibakar kembali pada suhu pembakaran  $600^\circ\text{C}$  menghasilkan kuat tekan terbesar dicapai pada kadar abu ampas tebu sebanyak 5% (Karimah dkk., 2015).

Selain itu pada pembakaran abu ampas tebu melalui laju pemanasan  $300^\circ\text{C}/\text{jam}$  dan kemudian ditahan pada suhu  $650^\circ\text{C}$  selama 2 jam diperoleh kandungan silika sebanyak 72% (Hariharan dkk., 2013). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Alayande dkk. (2012), abu ampas tebu yang di sintering pada suhu  $900^\circ\text{C}$  menunjukkan komponen silika sebesar 56,50 wt% sebelum dilakukan ekstraksi dan 98,86 wt% setelah dilakukan ekstraksi.

## 2.2 Silika

Silika adalah senyawa hasil polimerisasi asam silikat, yang tersusun dari rantai satuan  $\text{SiO}_4$  tetrahedral dengan formula umum  $\text{SiO}_2$ . Silika sebagai senyawa yang terdapat di alam berstruktur kristalin, sedangkan sebagai senyawa sintetis adalah amorph. Silika gel sebagai salah satu senyawa silika sintetis yang berstruktur amorph. Silika gel merupakan salah satu bahan kimia berbentuk padatan yang banyak dimanfaatkan sebagai adsorben. Hal ini disebabkan oleh mudahnya produksi dan juga beberapa kelebihan yang lain, yaitu : sangat inert, hidrofilik, mempunyai kestabilan termal dan mekanik yang tinggi serta relatif



tidak mengembang dalam pelarut organik jika dibandingkan dengan padatan resin polimer organik (Sulastridkk., 2010).

Menurut Blankenburg dan dan Florke, terdapat 13 modifikasi silika dan menurut Sosman terdapat 25 fase silika terkondensasi. Berikut ini hasil survei fase silika yang paling signifikan:

1. Suhu rendah  $\beta$ -quartz (trigonal, *trigonally trapezohedral*),
2. Suhu tinggi  $\alpha$ -quartz (heksagonal, *hexagonally trapezohedral*),
3. Suhu rendah  $\beta$ -cristobalite (tetragonal, *pseudocubic*),
4. Suhu tinggi  $\alpha$ -cristobalite (kubik),
5. Suhu rendah  $\gamma$ -tridymite (struktur tidak ditentukan),
6. Suhu sedang  $\beta$ -tridymite (heksagonal),
7. Suhu tinggi  $\alpha$ -tridymite (heksagonal),
8. *Coesite* (monoklinik),
9. *Melanophlogopite* (kubik),
10. *Keatite* (tetragonal),
11. *Fasriges SiO<sub>2</sub>* (rhombohedral),
12. *Stishovite* (tetragonal),
13. Opal SiO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O (amorf),
14. *Lechatelierite* (amorf, *silica glass* alami) (Fanderlik, 1991).

### 2.3 Bioactive Glass

*Bioactive glass* pertama kali diperkenalkan oleh Hench pada tahun 1969 di Universitas Florida (Abbasi dkk., 2015). Bioglass 45S5 mengandung 45 wt% SiO<sub>2</sub> dan rasio CaO terhadap P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 5:1, namun pada *bioactive glass* tipe baru yang sedang dikembangkan mengandung lebih banyak silika dan boron yang dapat diserap dengan cepat dengan pergantian tulang yang lebih cepat pula (Anusavice, 2013).

#### 2.3.1 Bioactive Sol-gel Glass

*Bioactive glass* dapat dibuat dengan 2 metode yaitu: metode *ttraditional melt-quenching* dan metode *sol-gel*. Metode *traditional melt-quenching* yaitu

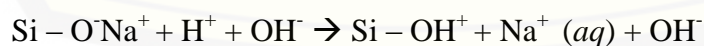
metode dimana oksida dilelehkan bersamaan dengan suhu tinggi (diatas 1300°C) dalam cawan platinum dan padam dalam cetakan grafit. Metode sol-gel merupakan metode berbasis kimia untuk membentuk gel pada suhu kamar. Gel merupakan senyawa anorganik dari silika yang terikat secara kovalen, yang kemudian dapat dikeringkan dan dipanaskan pada suhu 600°C menjadi *glass*. Perbedaan fisik dalam metode *melt-quench* dan metode sol-gel adalah pada metode sol-gel cenderung menghasilkan *glass* dengan perlekatan nanoporositas sedangkan metode *melt-quench* menghasilkan *glass* yang lebih padat (Jones, 2013).

*Bioactive glass* merupakan bahan yang mampu meregenerasi tulang, termasuk juga meregenerasi dentin. Bahan *bioactive glass* ini dapat meregenerasi dentin dengan membentuk lapisan *hydroxycarbonat apatite* (HCA) setelah bereaksi dengan cairan tubuh (Jones, 2013).

#### 2.4 Hydroxycarbonate Apatite

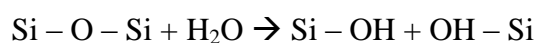
*Hydroxycarbonate Apatite* (HCA) adalah sebuah lapisan yang dapat terbentuk dari bahan *bioactive glass* yang terpapar oleh cairan tubuh. Lapisan HCA ini berinteraksi dengan sel dan fibril kolagen yang membentuk ikatan yang kuat antara *bioactive glass* dengan jaringan (Wang dkk., 2014). Terdapat 5 tahapan pembentukan HCA dalam cairan tubuh secara *in vivo* atau dengan cairan tubuh buatan secara *in vitro*:

1. Pertukaran ion yang cepat antara ( $\text{Na}^+$  dan  $\text{Ca}^{2+}$ ) dengan ion  $\text{H}^+$  yang berasal dari cairan tubuh yang kemudian akan menghasilkan ikatan silanol ( $\text{Si} - \text{OH}$ ).



Reaksi akan meningkatkan pH lokal (peningkatan  $\text{OH}^-$ )

2. Peningkatan keadaan pH menyebabkan pecahnya ikatan  $\text{SiO}_2$  menjadi  $\text{Si}(\text{OH})_4$  ke dalam larutan dan membentuk lapisan silika pada permukaan bahan.



3. Diikuti proses kondensasi dan polimerisasi untuk membentuk lapisan silika
4. Setelah polimerisasi silika, akan terjadi perpindahan ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) keluar dari lapisan *silica gel* untuk membentuk lapisan kalsium fosfat.
5. Penggabungan  $\text{OH}^-$  dan  $(\text{CO}_3)^{2-}$  dari cairan tubuh dengan lapisan kalsium, hingga pada akhirnya terjadi kristalisasi menjadi *hydroxycarbonate apatite* (HCA) (Jones, 2013).

## 2.5 Sintering

Istilah *sintering* berasal dari bahasa Jerman, “*sinter*” dalam bahasa Inggris seasal dengan kata “*cinder*” yang berarti: bara. Sintering adalah pengikatan bersama antar partikel pada suhu tinggi. *Sintering* dapat terjadi di bawah suhu leleh (*melting point*) dengan melibatkan transfer atomik pada kondisi padat (Destyanto, 2007).

Proses *sintering* melalui pergerakan atom akan mengurangi energi permukaan (*surface energy*) antar partikel. Energi permukaan per unit volume berbanding terbalik dengan diameter partikel. Sedangkan energi permukaan tergantung dari luas permukaan. Oleh karena itu, partikel serbuk dengan ukuran partikel kecil dengan luas permukaan spesifik besar memiliki energi yang lebih besar dan lebih cepat terjadi *sintering*. Luas permukaan spesifik adalah luas permukaan serbuk dibagi dengan massa serbuk. Pada saat *sintering*, *green body* akan menyusut (*shrink*) yang akan menaikkan densitas. Meskipun demikian untuk mendapatkan hasil yang baik perlu mengatur suhu dan waktu *sintering* sehingga setiap tahap yang ada dalam *sintering* dapat dilalui dengan sempurna. *Sintering* akan berlangsung lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama, dikarenakan meningkatnya jumlah atom yang aktif sehingga atom akan lebih mudah bergerak yang akan meningkatkan aliran massa serbuk (Destyanto, 2007).

## 2.6 Semen Ionomer Kaca

Semen ionomer kaca (SIK) merupakan 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. Material ini mampu berikatan secara fisiko kimia dengan jaringan gigi, memiliki koefisien termal sama dengan dentin, biokompatibel dan dapat melepas fluorida (Suprastiwi, 2009).

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%). Likuid terdiri dari: air dan asam poliakrilik dengan konsentrasi 40-50% dan kadangkala ditambah asam maleik atau asam fumarik. Diklasifikasikan menjadi 5 tipe, dengan susunan kimia yang sama tetapi berbeda ukuran partikel kaca dan rasio bubuk-likuid (Suprastiwi, 2009).

## 2.7 X-Ray Fluorescence

Analisis menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-X yang terjadi dari peristiwa efek fotolistrik. Efek fotolistrik terjadi karena elektron dalam atom target (sampel) terkena berkas berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar-X). Bila energi sinar tersebut lebih tinggi dari pada energi ikat elektron dalam orbit K, L, atau M atom target, maka elektron atom target akan keluar dari orbitnya. Dengan demikian atom target akan mengalami kekosongan elektron. Kekosongan elektron ini akan diisi oleh elektron dari orbital yang lebih luar diikuti pelepasan energi yang berupa sinar-X. Sinar-X yang dihasilkan merupakan gabungan spektrum sinambung dan spektrum berenergi tertentu (*discreet*) yang berasal bahan sasaran yang tertumbuk elektron. Jenis spektrum *discreet* yang terjadi tergantung pada perpindahan elektron yang terjadi dalam atom bahan. Spektrum ini dikenal dengan spektrum sinar-X karakteristik. Spektrometri XRF memanfaatkan sinar-X yang dipancarkan oleh bahan yang selanjutnya ditangkap detektor untuk dianalisis kandungan unsur dalam bahan. Bahan yang dianalisis dapat berupa padat massif, pelet, maupun serbuk. Analisis unsur dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis

kualitatif menganalisis jenis unsur yang terkandung dalam bahan dan analisis kuantitatif dilakukan untuk menentukan konsentrasi unsur dalam bahan. Sinar-X yang dihasilkan dari peristiwa seperti peristiwa tersebut diatas ditangkap oleh detektor semi konduktor Silikon Litium (SiLi) (Munasir dkk., 2012).

### **2.8 Uji Scanning Electron Microscope (SEM)**

Metode yang dapat digunakan dalam analisa permukaan adalah SEM (*Scanning Electron Microscopy*) Mikroskop pemindai elektron (SEM) yang digunakan untuk studi detail arsitektur permukaan sel (atau struktur jasad renik lainnya), dan obyek diamati secara tiga dimensi. Pada SEM, gambar dibuat berdasarkan deteksi elektron baru (elektron sekunder) atau elektron pantul yang muncul dari permukaan sampel ketika permukaan sampel tersebut dipindai dengan sinar elektron. Elektron sekunder atau elektron pantul yang terdeteksi selanjutnya diperkuat sinyalnya, kemudian besar amplitudonya ditampilkan dalam gradasi gelap-terang pada layar monitor CRT (*cathode ray tube*). Di layar CRT inilah gambar struktur obyek yang sudah diperbesar bisa dilihat. Pada proses operasinya, Metoda yang paling banyak digunakan adalah SEM. Pada dasarnya SEM adalah alat yang dapat membentuk bayangan permukaan spesimen secara mikroskopik. Berkas elektron dengan diameter 5-10 nm, diarahkan pada spesimen. Interaksi berkas elektron dengan spesimen menghasilkan beberapa fenomena yaitu hamburan balik berkas elektron, sinar-X, elektron sekunder, elektron auger, dan absorpsi elektron (Harahap dkk., 2013).

Teknik SEM pada hakekatnya merupakan pemeriksaan dan analisa permukaan. Data atau tampilan yang diperoleh adalah data dari permukaan atau dari lapisan yang tebalnya sekitar 20  $\mu\text{m}$  dari permukaan. Gambar permukaan yang diperoleh merupakan topografi dengan segala tonjolan, lekukan dan lubang pada permukaan (Harahap dkk., 2013).

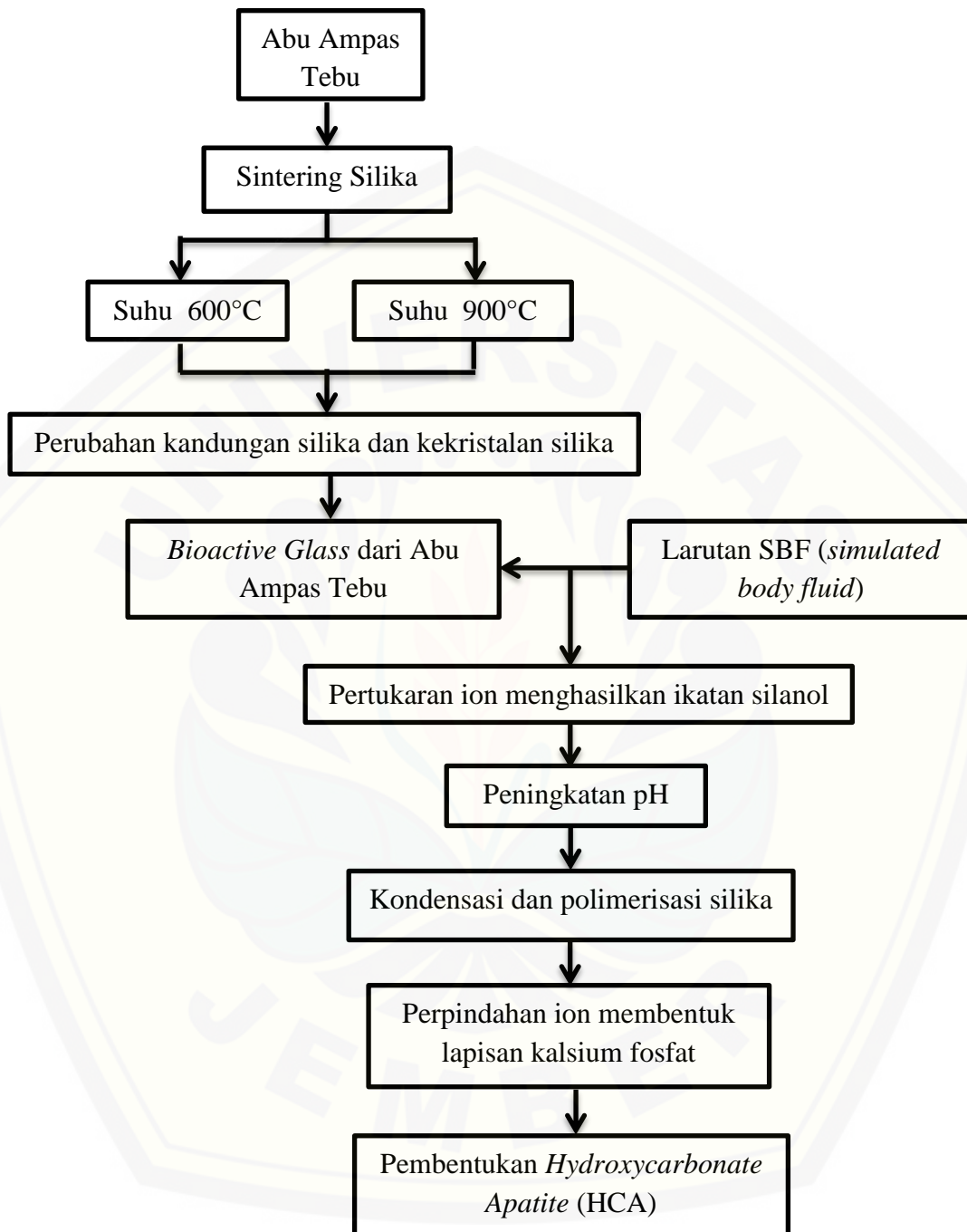
### **2.9 Fourier Transform Infra Red (FTIR)**

FTIR merupakan salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi

dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya (Anam dkk., 2007). Prinsip kerja FTIR adalah mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap-tiap senyawa dapat dibedakan dan dikuantifikasikan (Sjahfirdi dkk., 2015).



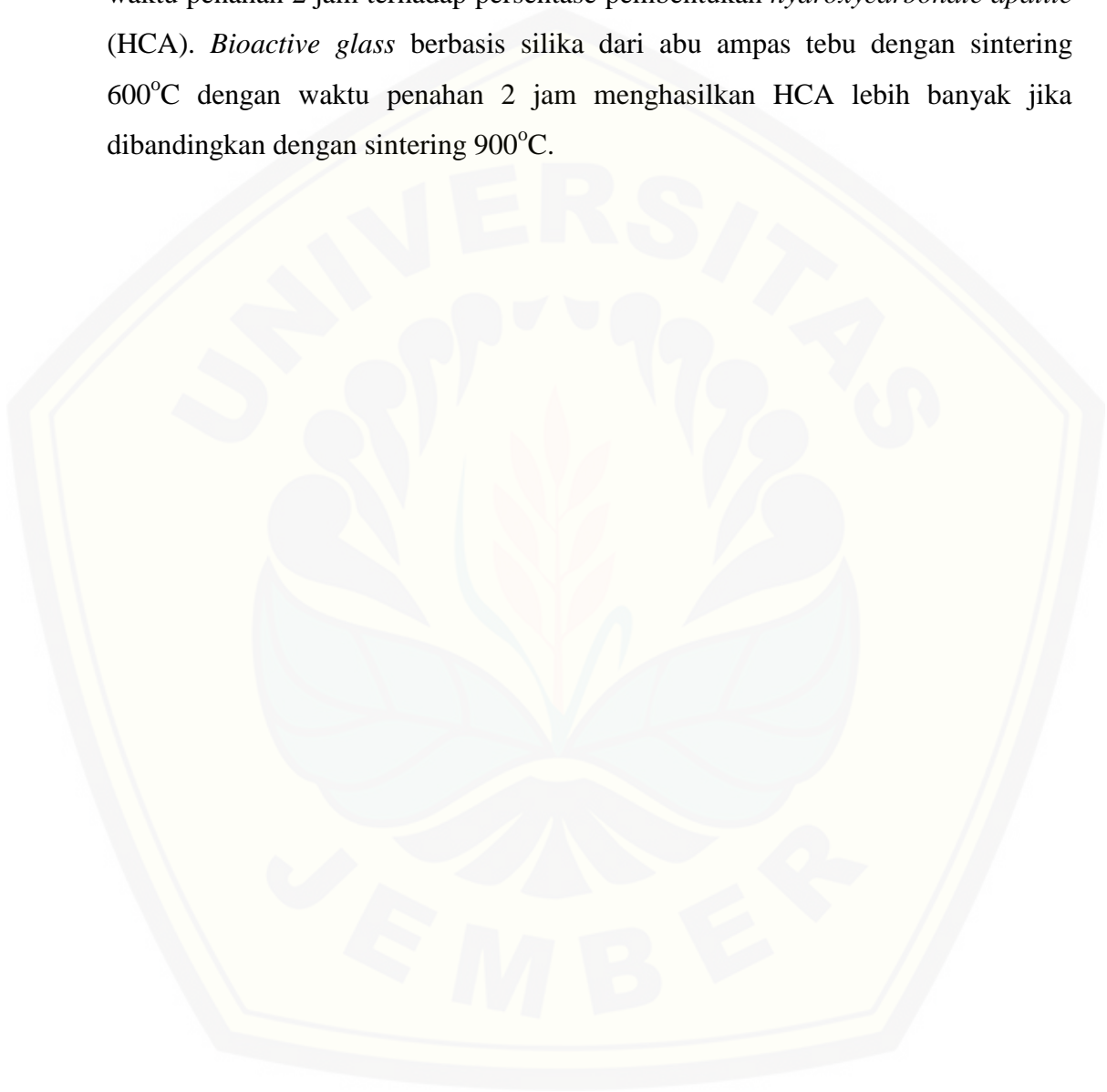
### 2.10 Kerangka Konsep



Gambar 2.2: Kerangka Konsep

### 2.11 Hipotesis Penelitian

Terdapat perbedaan pengaruh suhu sintering 600°C dan 900°C dengan waktu penahan 2 jam terhadap persentase pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA). *Bioactive glass* berbasis silika dari abu ampas tebu dengan sintering 600°C dengan waktu penahan 2 jam menghasilkan HCA lebih banyak jika dibandingkan dengan sintering 900°C.





## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

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

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

- a. Sintering abu ampas tebu pada suhu 600°C dengan waktu penahan 2 jam dilakukan di Laboratorium Teknologi Terapan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember
- b. Sintering abu ampas tebu pada suhu 900°C dengan waktu penahan 2 jam dilakukan di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
- c. Pembuatan *bioactive glass* dari abu ampas tebu dan penelitian sampel dilakukan di Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember
- d. Pembuatan larutan SBF (*simulated body fluid*) dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember
- e. Uji FTIR dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember
- f. Uji SEM dilakukan di Laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember
- g. Uji XRF dilakukan di Laboratorium Sentral dan Mineral Universitas Negeri Malang

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2019 sampai Januari 2020

### 3.3 Identifikasi Variabel

#### 3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah bahan *bioactive glass* dari abu ampas tebu yang disintering pada suhu 600°C dan 900°C dengan waktu penahan 2 jam

#### 3.3.2 Variabel Terikat

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

#### 3.3.3 Variabel Terkendali

1. Perlakuan metode sol-gel dalam suhu ruang
2. Manipulasi SIK (semen ionomer kaca) sebagai inti (core)

### 3.4 Definisi Operasional

#### 3.4.1 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu adalah hasil sintering pada suhu 600°C dan 900°C dengan waktu penahan 2 jam hingga berubah warna menjadi abu-abu muda. Ampas tebu yang digunakan diperoleh dari Pabrik Gula Semboro, Tanggul.

#### 3.4.2 Silika

Silika merupakan salah satu kandungan *bioactive glass* yang di dapat dari abu ampas tebu setelah disintering pada suhu 600°C dan 900°C dengan waktu penahan 2 jam.

#### 3.4.3 Waktu Penahan 2 Jam

Waktu penahan 2 jam adalah lamanya waktu yang dibutuhkan untuk sintering abu ampas tebu pada suhu 600°C dan 900°C.

#### 3.4.4 *Bioactive Glass* dari Abu Ampas Tebu

*Bioactive glass* adalah produk yang dihasilkan dari abu ampas tebu yang disintering pada suhu 600°C dan 900°C dengan waktu penahan 2 jam yang kemudian diolah menggunakan metode sol-gel.

### 3.4.5 Hydroxycarbonate Apatite (HCA)

*Hydroxycarbonate apatite* adalah lapisan yang menempel pada inti semen ionomer kaca setelah dilakukan perendaman 7 hari dengan suhu tubuh yaitu 36,5°C. Pembentukan *hydroxycarbonate apatite* dibuktikan dengan uji FTIR.

### 3.4.6 Inti semen ionomer kaca (SIK)

Inti semen ionomer kaca merupakan bahan *glass ionomer cement* yang dimanipulasi kemudian dicetak menggunakan cetakan berbentuk silindris dengan diameter 0,3 cm dan tinggi 0,5 cm.

## 3.5 Sampel Penelitian

### 3.5.1 Kriteria Sampel Penelitian

- Sampel penelitian terbuat dari bahan bubuk *bioactive glass* dari abu ampas tebu.
- Bubuk *bioactive glass* dari abu ampas tebu yang telah diayak dengan ayakan 200 mesh.

### 3.5.2 Besar Sampel

Jumlah Sampel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan rumus (Daniel, 2013).

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

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

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

$$n = 1,96^2$$

$$n = 3,84$$

$$n = 4$$

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  $z = 1,96$   
(Daniel, 2013).

### 3.5.3 Pengelompokan Sampel Penelitian

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

#### 3.5.3.1 Kelompok Kontrol:

Kelompok Kontrol merupakan inti SIK yang direndam pada larutan SBF (*Simulated Body Fluid*) tanpa menambahkan bubuk *bioactive glass* dari abu ampas tebu

#### 3.5.3.2 Kelompok Perlakuan A:

Kelompok Perlakuan A merupakan inti SIK yang direndam pada campuran larutan SBF dan bubuk *bioactive glass* pada suhu sintering 600°C dengan waktu penahan 2 jam selama 7 hari pada suhu 36,5°C.

#### 3.5.3.3 Kelompok Perlakuan B:

Kelompok Perlakuan B merupakan inti SIK yang direndam pada campuran larutan SBF dan bubuk *bioactive glass* pada suhu sintering 900°C dengan waktu penahan 2 jam selama 7 hari pada suhu 36,5°C.

## 3.6 Alat dan Bahan Penelitian

### 3.6.1 Alat Penelitian :

1. Oven
2. *Muffle* Furnace
3. Ayakan 200 mesh
4. Mortal dan Pastel
5. Kertas saring Whatman No. 42
6. pH meter elektrik
7. Timbangan elektrik (4 angka dibelakang koma)
8. Pengaduk Magnet (Wisester)

9. Beaker Glass (200 ml, 400 ml, 500 ml, dan 1000ml)
10. Tabung Erlenmeyer
11. Cawan Porselen
12. SEM (*Scanning Electron Microscope*)
13. Eppendorf
14. Spatula Agate
15. *Plastic Filling Instrument*
16. *Paper pad*

### 3.6.2 Bahan Penelitian :

1. Abu ampas tebu
2. HCl 0.1 M
3. NaOH 2 N
4. Etanol 96%
5. HNO<sub>3</sub> 2M
6. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
7. Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 4 H<sub>2</sub>O
8. Aquades
9. Alkohol 70%
10. NaCl
11. NaHCO<sub>3</sub>
12. KCl
13. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
14. HCl
15. MgCl<sub>2</sub> 6H<sub>2</sub>O
16. K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 3H<sub>2</sub>O
17. CaCl<sub>2</sub> 2H<sub>2</sub>O
18. (HOCH<sub>2</sub>)CNH<sub>3</sub>
19. Aluminium Foil
20. *Glass Ionomer Cement*

### 3.7 Prosedur Penelitian

#### 3.7.1 Tahap persiapan

a. Uji identifikasi tebu

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

b. Sterilisasi alat

Alat-alat yang terbuat dari plastik 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<sup>0</sup>C.

#### 3.7.2 Pembuatan *Bioactive Glass* dari Abu Ampas Tebu

##### 3.7.2.1 Pembuatan Abu Ampas Tebu

1. Mengeringkan ampas tebu sebanyak 5 kg di bawah sinar matahari, kemudian dibakar dengan api sampai menjadi abu ampas tebu.
2. Kemudian melakukan sintering menggunakan alat furnace bersuhu 600<sup>0</sup>C dan 900<sup>0</sup>C dengan waktu penahan 2 jam hingga berubah warna menjadi abu-abu muda.

##### 3.7.2.2 Ekstraksi Silika dari Abu Ampas Tebu

1. Abu ampas tebu diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Hasil ayakan abu tersebut kemudian ditimbang dan diambil 25 gram.
2. Memasukkan 25 gram abu kedalam tabung erlenmayer, kemudian ditambahkan larutan HCL 0.1 M sebanyak 150 ml, 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. Menyaring abu ampas tebu menggunakan kertas saring whatman dan dibilas dengan akuades secara berulang hingga pH menjadi normal yaitu

pH 7. Pengecekan pH dilakukan secara berkala dengan menggunakan alat pH meter.

4. Setelah itu dikeringkan menggunakan oven bersuhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam, kemudian ditimbang.
5. Melakukan Uji XRF

#### 3.7.2.3 Pembuatan Prekursor Silika yang Berupa Natrium Silika (Kristianingrum, dkk., 2011)

1. Menggunakan abu ampas tebu sebanyak 10 gram. Memasukkan abu tersebut kedalam tabung erlenmayer, kemudian dicampur dengan larutan NaOH 2 N sebanyak 60 ml, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet. Suhu alat pengaduk magnet diaktifkan dan diatur sampai larutan mendidih selama 60 menit.
2. Mendinginkan campuran di atas hingga mencapai suhu ruang, kemudian disaring dengan kertas saring whatman. Hasil dari penyaringan ini adalah residu berupa natrium silika basah.
3. Natrium silika basah kemudian dikeringkan 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*.

#### 3.7.2.4 Pembuatan *Bioactive Glass* dari Natrium Silika (Adams, dkk., 2013)

1. Menimbang natrium silika sebanyak 5 gram, kemudian dimasukkan kedalam tabung erlenmayer, setelah itu dicampur dengan 15 ml akuades, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet.
2. Menambahkan 2,5 ml etanol 96% pada campuran di atas, dan tetap diaduk sampai larutan terlihat jernih.
3. Kemudian menambahkan  $\text{HNO}_3$  2 M sampai pH larutan menjadi normal yaitu pH 7. Pengecekan pH dilakukan menggunakan alat pH meter. Campuran di atas tetap diaduk secara otomatis selama 1 jam.
4. Selanjutnya menambahkan 0,5 gram  $\text{P}_2\text{O}_5$  (*phosporus pentoxide*) kedalam campuran di atas dan tetap diaduk selama 45 menit.

5. 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.
6. Tahap terakhir mengaduk campuran tersebut selama 1 jam sampai terbentuk gel dan kemudian didiamkan selama 5 hari dalam suhu ruang.
7. Mengeringkan gel tersebut dalam oven bersuhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 72 jam. Pengeringan akhir dilakukan menggunakan alat furnace dengan suhu  $700^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam
8. Hasil akhir proses ini disebut *powder bioactive glass*.

### 3.7.3 Pembuatan Larutan SBF (*simulated body fluid*) (Purnama, 2006)

1. Larutan SBF ini disusun dengan menggunakan reagen yang terdiri dari NaCl 99,5% sebanyak 6,547 gram,  $\text{NaHCO}_3$  99,5% sebanyak 2,268 gram, KCl 99% sebanyak 0,373 gram,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  99,5% sebanyak 0,178 gram,  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  98% sebanyak 0,305 gram,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  99% sebanyak 0,368 gram,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  0,071 gram,  $(\text{CH}_2\text{OH})_3\text{CNH}_2$  99,2% sebanyak 6,057 gram, HCl 1 M 40 ml.
2. Menyiapkan 960 ml air lalu menuangkan 20 ml air untuk diaduk menggunakan alat pengaduk magnet pada suhu  $35^{\circ}\text{C}$
3. Masukkan urutan pencampuran sesuai poin 1
4. Dalam pencampuran antar reagen diberi selang 2 menit setiap tahapnya agar dapat larut secara merata dan pemasukan HCl dengan 2 tetes per detik.

### 3.7.4 Manipulasi Semen Ionomer Kaca Sebagai Inti (*Core*)

1. Sampel dibuat dengan mencampurkan 2 sendok peres *glass ionomer cement* dengan 1,5 tetes asam poliakrilat sesuai aturan pabrik dengan menggunakan spatula agate diatas *paper pad*.
2. Bubuk dan cairan diaduk sampai homogen membutuhkan waktu sekitar 60 detik
3. Memasukkan adonan kedalam cetakan berupa cetakan silindris dengan diameter 0,3 cm dan tinggi 0,5 cm



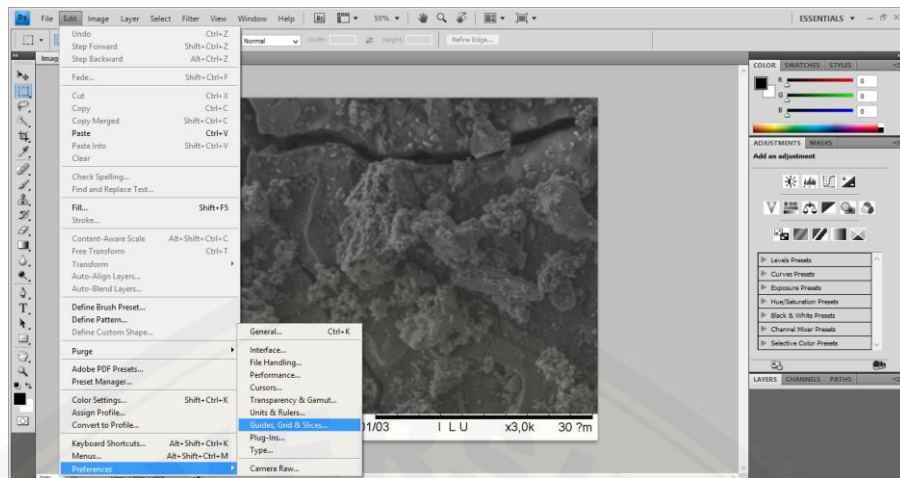
4. Memadatkan sampel menggunakan *plastic filling instrument* hingga homogen
5. Memeriksa kekerasan sampel menggunakan sonde.
6. Setelah mengeras sampel dilepas dari cetakan.
7. Diamkan pada suhu ruang selama 24 jam hingga *setting* sempurna.

#### 3.7.5 Perendaman inti (*core*) SIK Dalam Campuran Larutan SBF dengan Bubuk *Bioactive Glass* dari Abu Ampas Tebu

1. Menyiapkan Eppendorf dengan volume 2 ml
2. Membuat campuran larutan SBF sebanyak 1 ml dengan bubuk *bioactive glass* dari abu ampas tebu sebanyak 0,25 gr kemudian dikocok di dalam eppendorf
3. Setelah itu memasukkan inti SIK ke dalam campuran tersebut kemudian direndam selama 7 hari di dalam oven dengan suhu 36,5 °C
4. Setelah 7 hari dilakukan pengeringan pada inti SIK kemudian dilakukan Uji SEM dan uji FTIR untuk mengamati pembentukan HCA.

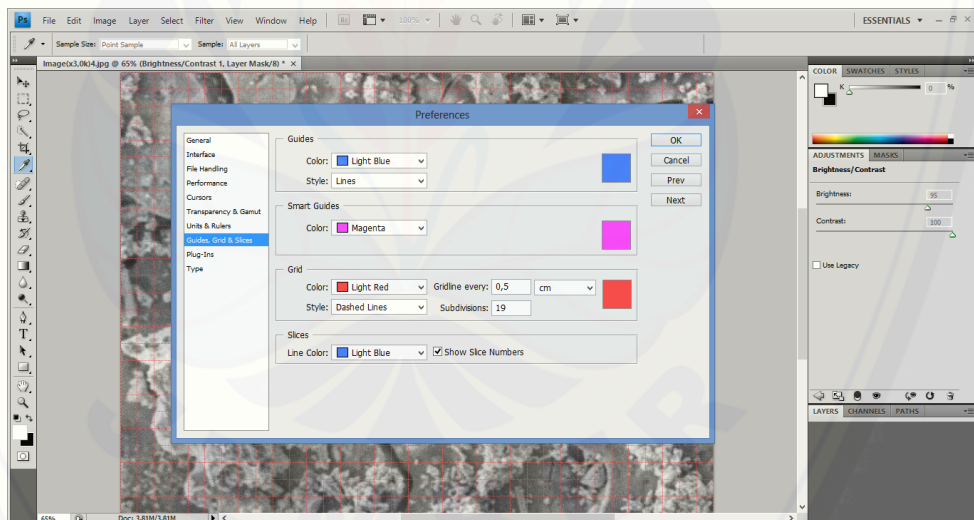
#### 3.7.6 Penghitungan Jumlah Pembentukan HCA dengan Metode *Scoring*

1. Metode *scoring* dilakukan dengan menggunakan aplikasi adobe photoshop
2. Membuka aplikasi adobe photoshop kemudian klik File → Open → pilih gambar hasil SEM → Open
3. Setelah itu klik View → Show → Grid
4. Mengatur ukuran kamar hitung yang akan dilakukan scoring dengan cara klik Edit → Preferences → Guides, Grid, Slices



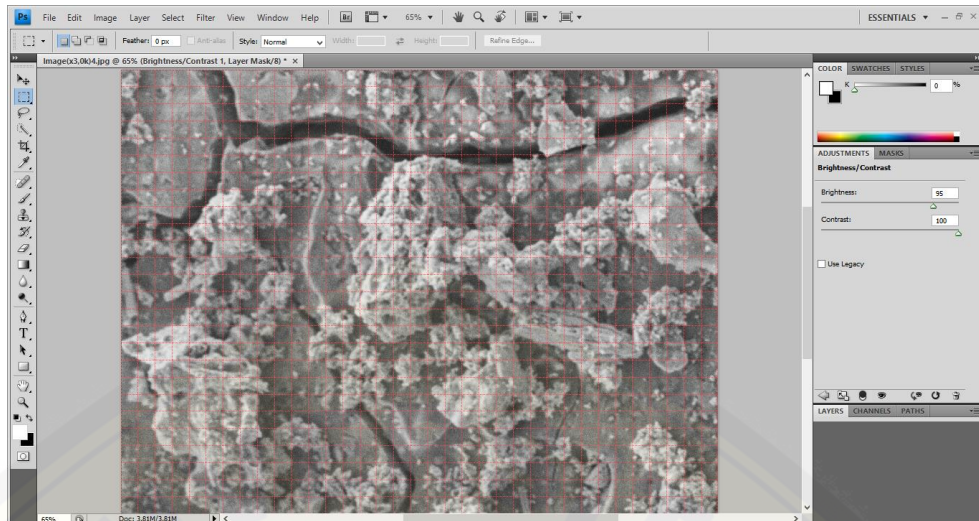
Gambar 3.1: Pengaturan grid pada aplikasi adobe photoshop(Koleksi pribadi, 2019)

- Setelah itu mengatur grid dengan merubah *Color* sesuai yang diinginkan, *Style* diubah menjadi *dashed line*, *Gridline Every* diubah menjadi 0,5 cm dan *Subdivision* menjadi 19 seperti gambar berikut.



Gambar 3.2: Pengaturan ukuran, warna dan subdivisi grid pada aplikasi adobe photoshop (Koleksi pribadi, 2019)

- Setelah itu akan dihasilkan tampilan seperti berikut ini.



Gambar 3.3: Tampilan kamar hitung dengan metode *scoring* pada aplikasi adobe photoshop (Koleksi pribadi, 2019)

7. Melakukan penghitungan pada gambar hasil uji SEM yang telah di edit menggunakan aplikasi adobe photoshop dengan kriteria skor sebagai berikut:
  - a. Skor 0: tidak terdapat pembentukan HCA pada lapang pandang
  - b. Skor 1: terbentuk HCA sebanyak  $<1/3$  pada lapang pandang
  - c. Skor 2: terbentuk HCA sebanyak  $1/3 - 2/3$  pada lapang pandang
  - d. Skor 3: terbentuk HCA sebanyak  $>2/3$  pada lapang pandang
  - e. Skor 4: terbentuk HCA secara penuh
8. Pengamatan dilakukan oleh 3 pengamat agar hasil lebih akurat
9. Setelah itu menghitung jumlah pembentukan HCA pada masing-masing kriteria skor dengan cara mengalikan skor dengan jumlah HCA yang terbentuk.
10. Kemudian menjumlahkan total skor yang didapat dan disajikan dalam bentuk persentase
11. Melakukan analisa data dengan uji SPSS

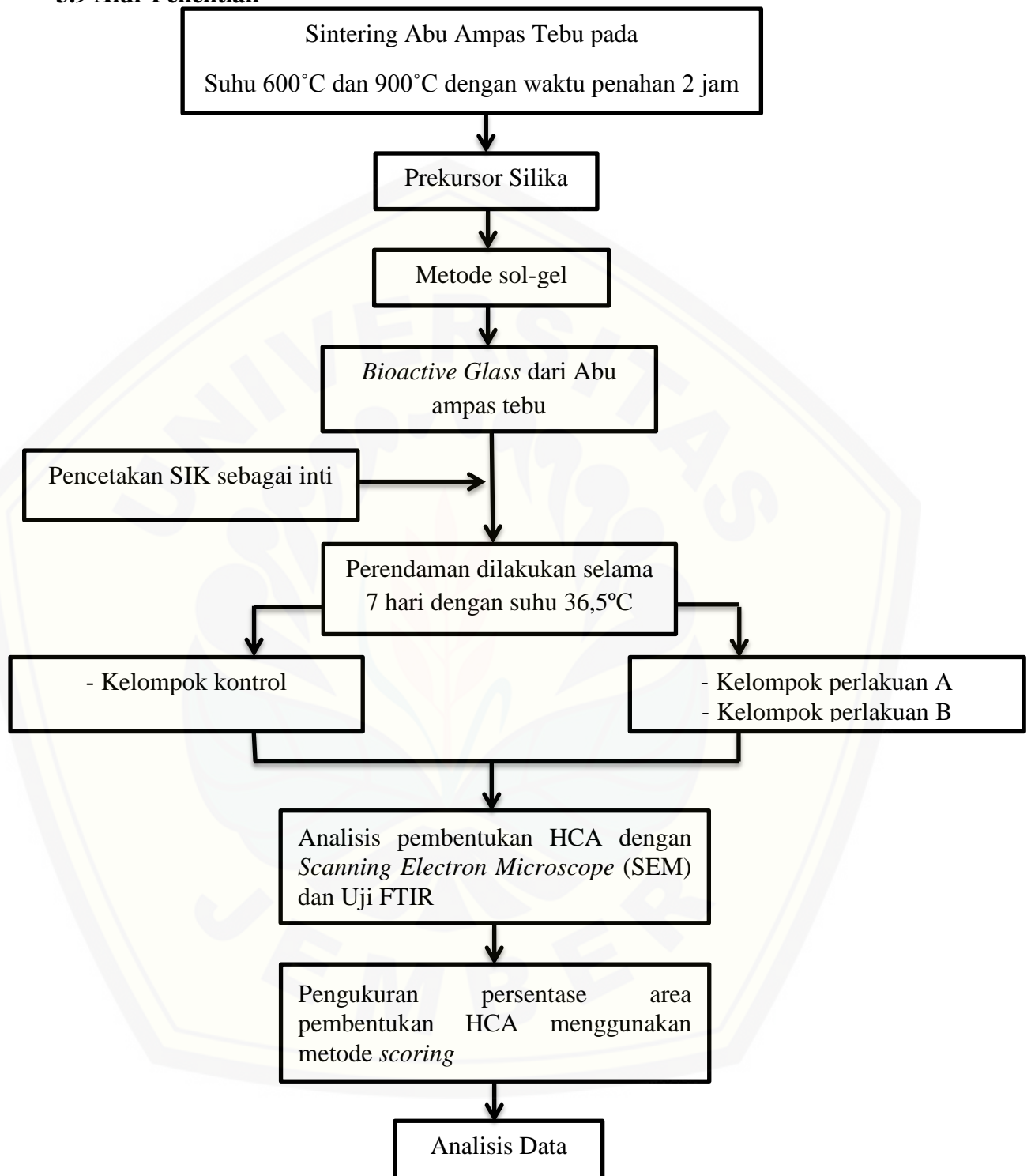
### 3.8 Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi 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 terdistribusi normal dan homogen sehingga dilakukan uji parametrik dengan menggunakan uji *one way annova* dan uji lanjutan menggunakan uji *least significance different* (LSD) untuk menguji perbedaan antar kelompok.



### 3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.4: Alur Penelitian

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa peningkatan suhu sintering dari suhu 600°C ke 900°C menunjukkan penurunan pembentukan HCA. Persentase luas area pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) pada kelompok perlakuan menggunakan bubuk *bioactive glass* pada suhu sintering 600°C lebih tinggi dibandingkan kelompok perlakuan menggunakan bubuk *bioactive glass* pada suhu sintering 900°C.

### 5.2 Saran

- 5.2.1 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pembentukan *hydroxycarbonate apatite* dari bahan *bioactive glass* yang dicampur dengan semen ionomer kaca atau dengan bahan lain
- 5.2.2 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai metode yang lebih tepat untuk mengukur luas area pembentukan *hydroxycarbonate apatite*

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, Bahrololoom, M., Shariat, dkk. 2015. Bioactive glasses in dentistry: a review. *Journal of Dental Biomaterials*. 2015;2(1).
- Adams, L. A., E. R. Essien., R.O. Shaibu., & 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, Samsudin., Setyawan, Heru., Winardi, Sugeng, dkk. 2009. A facile method for production of high-purity silica xerogels from bagasse ash. *Advanced Powder Technology* 20 (2009) 468–472. Published by Elsevier B.V. and The Society of Powder Technology Japan.
- Alayande, S., Dare, E., Ayinde, W., dkk. 2012. Development of ordered and disordered macroporous silica from bagasse ash. *African Journal of Pure and Applied Chemistry* Vol. 6(1), pp. 10-14.
- Anusavice, K.J., Chiayi, S., & Rawls, H.R. 2013. *Phillip's Science of Dental Materials 12<sup>th</sup> Ed.* Elsevier.
- Benoist, F., Fatou, G., Abdoul, W., Henri, M., dan Pierre, F. 2012. Evaluation of Mineral Trioxide Aggregate (MTA) Versus Calcium Hydroxide Cement (Dycal) in The Formation of a Dentine Bridge: a Randomised Controlled Trial. *International Dental Journal* 62.
- Budiarto, E. 2002. *Biostatistika untuk Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: EGC.
- Chen, Q., Roether, J., dan Boccaccini, A. 2008. Tissue Engineering Scaffolds from Bioactive Glass and Composite Materials. *Topics in Tissue Engineering*.
- Coates, John. 2000. Interpretation of infrared spectra, a practical approach. *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. R.A. Meyers (Ed.)
- Coniwanti, Pamilia., Srikanthy, Rasmiah., dan Apriliyanni. 2008. Pengaruh proses pengeringan, normalitas hcl, dan temperatur pembakaran pada pembuatan silika dari sekam padi. *Jurnal Teknik Kimia*. No.1. Vol. 15, Januari 2008.
- Destyanto, Fendy. 2007. Studi Eksperimental Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Komposit Plastik (Hdpe-Pet)-Karet Ban Bekas. *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Farooq, I., Imran, Z., Farooq, Umer., dkk. 2012. Bioactive glass: a material for the future. *World Journal of Dentistry*. April-June 2012, 3(2):199-201.

- Gong, W., Huang, Z., Dong, Y., dkk. 2014. Ionic Extraction of A Novel Nano-Sized Bioactive Glass Enhance Differentiation and Mineralization of Human Dental Pulp Cells. *JOE Journal* 40(1).
- Hasan, Doli dan Sinulingga, Karya. 2017. Sintesis dan karakterisasi nano partikel silika dari abu ampas tebu sebagai filler aluminium. *Jurnal Einstein* 5 (2) (2017) : 1 – 6.
- Hashmi, M., Shah, Saqlain., Umer, F. & Alkedy, Ashraf. 2013. Effect of sintering temperature on microstructure and *in-vitro* behavior of bioactive glass-ceramics. *Ceramics – Silikáty.* 57 (4) 313-318 (2013)
- Harahap, Veryyon dan Harahap, Mukti. 2013. Pengaruh karakteristik pasir merah labuhan batu selatan terhadap sifat mekanik (Uji SEM, Difraksi sinar X, Uji impak) dari beton. *Jurnal Einstein.* Vol. 1, No. 2, Nopember 2013.
- Hariharan, V. dan Sivakumar, G. 2013. Studies on synthesized nanosilica obtained from bagasse ash. *International Journal of ChemTech Research.* Vol.5, No.3, pp 1263-1266.
- Hidayat, Wahyu. 2017. Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonat Apatit* Pada Bubuk *Glass Ionomer* Tipe II dengan Penambahan *Bioactive Glass Nano Silica* Abu Ampas Tebu yang Direndam Cairan Tubuh Buatan. *Skripsi.* Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Jones, Julian R. 2013. Review of bioactive glass: from Hench to hybrids. *Acta Biomaterialia* 9 (2013) 4457–4486. Published by Elsevier Ltd.
- Kamikatahara M, Kawashita M, Kokubo T, Nakamura T. 2001. Effect of polyacrylic acid in a simulated body fluid: fundamental examination of the possibility of obtaining bioactive glass-ionomer cements for orthopaedic use. *Biomaterial* 22 (2001): 3191-3196.
- Karimah, Rofikotul dan Wahyudi, Yusuf. 2015. Pemakaian Abu Ampas Tebu dengan Variasi Suhu Sebagai Substitusi Parsial Semen dalam Campuran Beton. *Media Teknik Sipil.* Volume 13, Nomor 2. Fakultas Teknik Univ. Muhammadiyah Malang.
- Kazmi, Syed., Abbas, Safeer., Saleem, Muhammad, dkk. 2016. Manufacturing of sustainable clay bricks: utilization of waste sugarcane bagasse and rice husk ashes. *Construction and Building Materials* 120 (2016) 29–41. Elsevier Ltd.
- Kinasih, Catur Putri. 2016. Pemanfaatan *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu sebagai *Remineralizing Agent* untuk Meminimalkan



- Kebocoran Tepi Semen Ionomer Kaca. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Kontonasaki, E., Zorba, T., Papadopoulou, L., Pavlidon, E., Chatzistavrou, X., Paraskevopoulos, K. & Koidis, P. 2002. Hydroxy carbonate apatite formation on particulate bioglass in vitro as a function of time. *Cryst. Res. Technol.* 37 (2002)
- Kristianingrum, S., D. S. Endang., F. Annisa. 2011. Pengaruh Jenis Asam pada Sintesis Silika Gel dari Abu Bagasse dan Uji Sifat Adsorptifnya terhadap Ion Logam Tembaga (II). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*.
- Mabrouk, M., Selim, M.M., Beherei, Hanan., El-Gohary, M.I. 2012. Effect of incorporation of nano bioactive silica into commercial Glass Ionomer Cement (GIC). *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* (2012) 10, 113–119
- Melisa., Wiguyo, H., dan Juanita, A. 2011. Trioxide aggregate (MTA) Studi Pustaka. MIKGI edisi khusus.
- Mirsa, S.E., Mohn, D., Brunner, T.J., Stark, W.J., Philip, S.E., Roy, I., Salih, V., Knowles, J.C., Boccaccini, A.R. 2008. *Comparison of nanoscale and microscale bioactive glass on the properties of P(3HB)/Bioglass composites*. Imperial College London: London.
- Munasir, Triwikantoro, Zainuri, M., Darminto. 2012. Uji Xrd dan Xrf pada bahan mineral (batuan dan pasir) sebagai sumber material cerdas ( $\text{CaCO}_3$  Dan  $\text{SiO}_2$ ). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*. Vol 2 No 1, Juni 2012 ISSN: 2087-9946
- Padilla, S., Roman, J., Sanchez-Salcedo, S. & Vallet-Regi, M. 2006. Hydroxyapatite/ $\text{SiO}_2$ - $\text{CaO}$ - $\text{P}_2\text{O}_5$  glass materials: In vitro bioactivity and biocompatibility. *Acta Biomaterialia* 2 (2006). 331–342
- Polini, Alessandro., Hao Bai & Antoni. 2013. Dental applications of nanostructured bioactive glass and its composites. *WIREs Nanomed Nanobiotechnol* 2013
- Priyadarsini, Subhashree., Mukherjee, Sumit., & Mishra, Monalisa. 2017. Nanoparticles used in dentistry: a review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. Neural Developmental Biology Lab, Department of Life Science, National Institute of Technology, Rourkela, 769008, Odisha, India.
- Purnama, E., Nikmatin, S. & Langenati, R. 2006. Pengaruh suhu reaksi terhadap derajat kristalinitas dan komposisi hidroksiapatit dibuat dengan media air dan cairan tubuh buatan (*synthetic body fluid*). *Jurnal Sainsmateri Indonesia*. Edisi Khusus Oktober 2006, Hal : 154 – 162. Issn : 1411-1098

- Rovani, S., Santos, J., Corio, P., & Fungaro, D. 2018. Highly pure silica nanoparticles with high adsorption capacity obtained from sugarcane waste ash. *Article*. ACS Omega 2018, 3, 2618–2627.
- Sari, Poppy D., Puri, Wuwuh A., Hanum, Dinarta. 2019. *Delignifikasi Bahan Lignoselulosa: Pemanfaatan Limbah Pertanian*. Pasuruan: Penerbit Qiara Media.
- Sholihah, Fitriani. 2008. Pengaruh Temperatur Pengabuan Pada Sintesis Silika Gel Dari Abu *Bagasse*. *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.
- Suhendarwati, Lina., Suharto, Bambang., Susanawati, Liliya dkk. 2014. Pengaruh konsentrasi larutan kalium hidroksida pada abu dasar ampas tebu teraktivasi. *Jurnal Sumberdaya Alam & Lingkungan*. Universitas Brawijaya.
- Sulastrri, Siti dan Kristianingrum, Susila. 2010. Berbagai Macam Senyawa Silika: Sintesis, Karakterisasi Dan Pemanfaatan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian*. Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Wijayanto, Darmawan. 2018. Analisis Pembentukan *Odontoblast-Like Cell* pada Pulpa Setelah Pemberian *Bioactive Glass Nano Silica* dari Abu Ampas Tebu. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Yensya, Bimo. 2019. Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite* Pada *Bioactive Glass Nano Silica* Abu Ampas Tebu Dengan Penambahan Polisakarida *Red Seaweed*. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Yusuf, M., Suhendar, D., Hadisantoso, E. 2014. Studi Karakteristik Silika Gel Hasil Sintesis Dari Abu Ampas Tebu Dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida. *Sains dan Teknologi*. Edisi Juli 2014 Volume VIII No. 1. ISSN 1979-8911.

## LAMPIRAN

## A. Surat Izin Penelitian

## A.1 Surat izin peminjaman alat furnace untuk sintering abu ampas tebu di laboratorium enjiniring hasil pertanian fakultas teknologi pertanian



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

Nomor : SKB /UN25.8.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 ijin penelitian bagi mahasiswa kami di bawah ini:

- |    |                         |   |
|----|-------------------------|---|
| 1  | Nama                    | : Liyathotun Fatimah  |
| 2  | NIM                     | : 161610101046  |
| 3  | Semester/Tahun          | : 2019/2020   |
| 4  | Fakultas                | : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember   |
| 5  | Alamat                  | : Jl. Kalimantan No. 37 Jember  |
| 6  | Judul Penelitian        | : Analisis Pembentukan <i>Hydroxycarbonate Apatite Bioactive Glass Nanosilica</i> Abu Ampas Tebu Pada Suhu Sintering 600°C dan 900°C dengan Waktu Penahan 2 Jam |
| 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,



Dr. Izzata Barid, M.Kes  
96811251999032001

## Tembusan:

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



Scanned with  
CamScanner

## A.2 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

Nomor : 6034/UN25.8.TL/2019  
Perihal : Ijin Penelitian

27 SEP 2019

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                    | : Liyathothun Fatimah  |
| 2  | NIM                     | : 161610101046   |
| 3  | Semester/Tahun          | : 2018/2019  |
| 4  | Fakultas                | : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember  |
| 5  | Alamat                  | : Jalan Kalimantan Krajan Timur Sumbersari,<br>Kabupaten Jember, Jawa Timur  |
| 6  | Judul Penelitian        | : Analisis Pembentukan <i>Hydroxycarbonate Apatite Bioactive Glass Nanosilica</i> Abu Ampas Tebu Pada Suhu Sintering 600°C dan 900°C dengan Waktu Penahan 2 Jam        |
| 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



Dipertanggungjawabkan oleh:  
Dekan  
NIP.196811251999032001



**B. Surat Keterangan Identifikasi Tanaman 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

**C. Alat dan Bahan Penelitian**

**C.1 Alat**



Oven



Furnace



Ayakan 200 mesh



Mortal dan pastel



pH meter elektrik



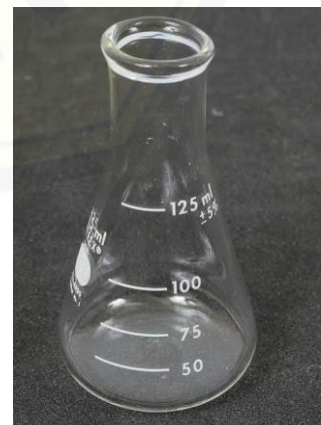
Pengaduk magnet



Timbangan elektrik



Beaker glass



Tabung erlenmeyer



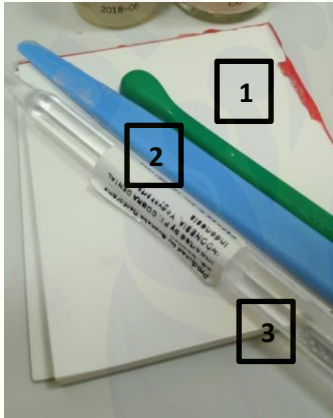
SEM



Cawan porselen



Eppendorf



Keterangan

1. Paper pad
2. Spatula agate
3. Plastic filling instrument

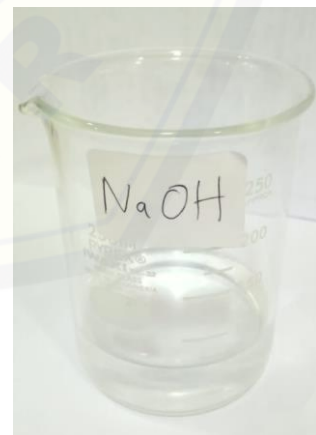
**C.2 Bahan**



Abu ampas tebu



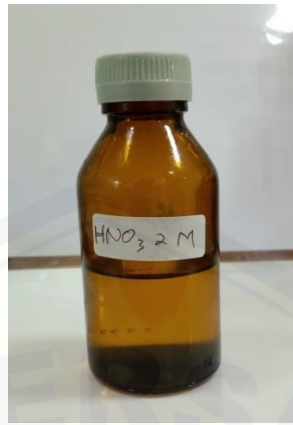
HCl 0,1 M



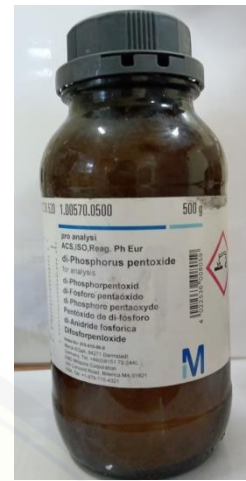
NaOH 2 N



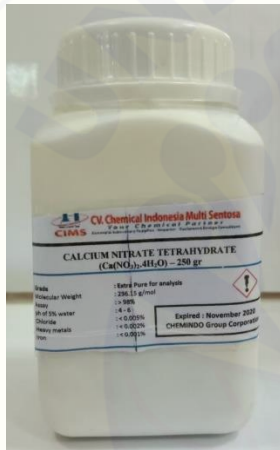
Etanol 96%



HNO<sub>3</sub> 2M



P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>



Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4.H<sub>2</sub>O



Aquades

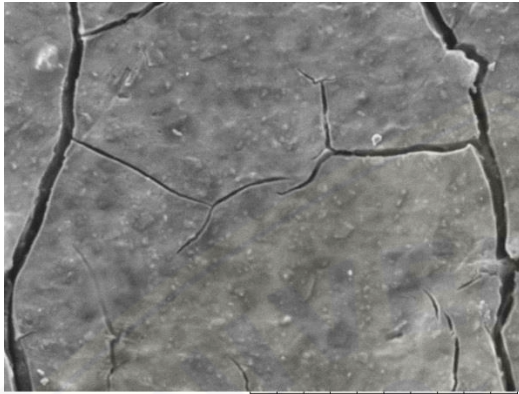


GIC



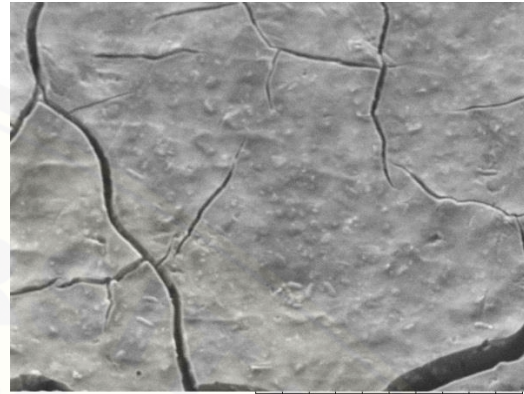
**D. Gambar Hasil *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dengan Perbesaran 3000x**

**D.1 Gambar hasil uji SEM kelompok kontrol dengan perbesaran 3000x**



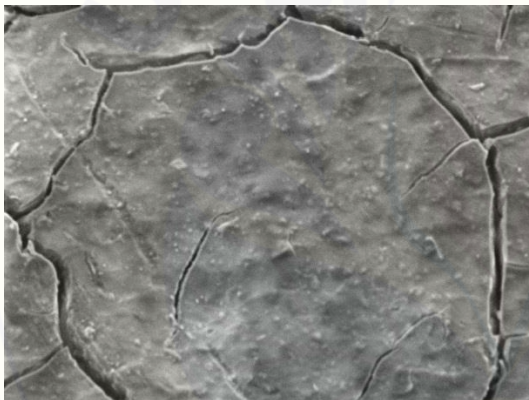
TM3030Plus 2019/12/19 I L U x3,0k 30 ?m

Sampel 1



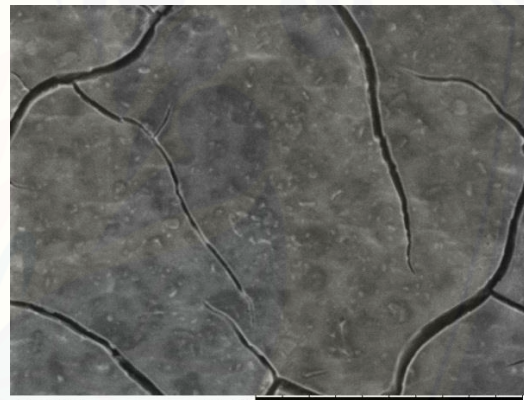
TM3030Plus 2019/12/19 I L U x3,0k 30 ?m

Sampel 2



TM3030Plus 2019/12/19 I L U x3,0k 30 ?m

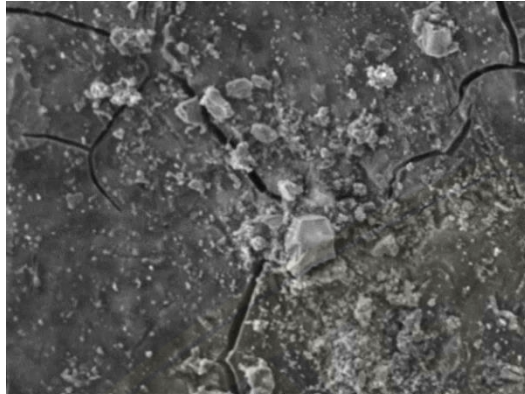
Sampel 3



TM3030Plus 2019/12/19 I L U x3,0k 30 ?m

Sampel 4

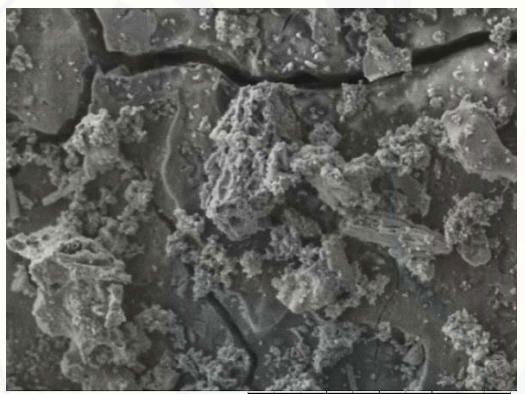
**D.2 Gambar hasil uji SEM sampel perlakuan A suhu sintering 600°C dengan waktu penahan 2 jam pada perbesaran 3000x**



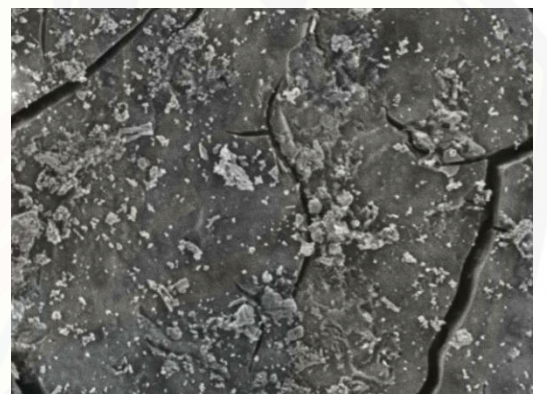
Sampel 1



Sampel 2

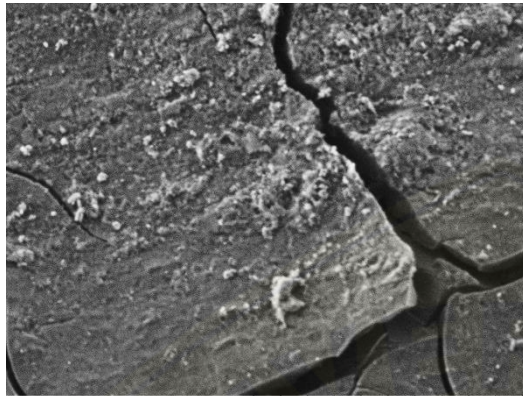


Sampel 3

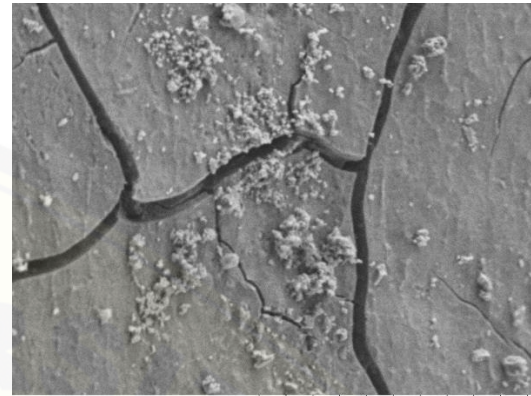


Sampel 4

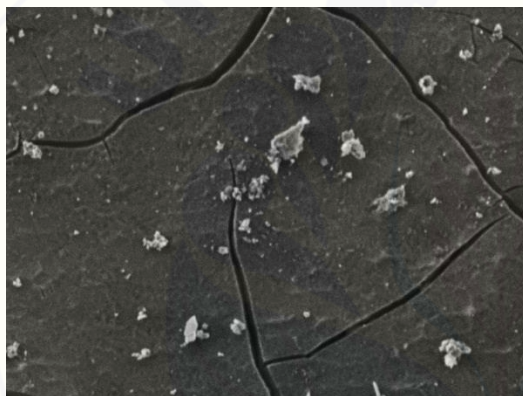
**D.3 Gambar hasil uji SEM sampel perlakuan B suhu sintering 900°C dengan waktu penahan 2 jam pada perbesaran 3000x**



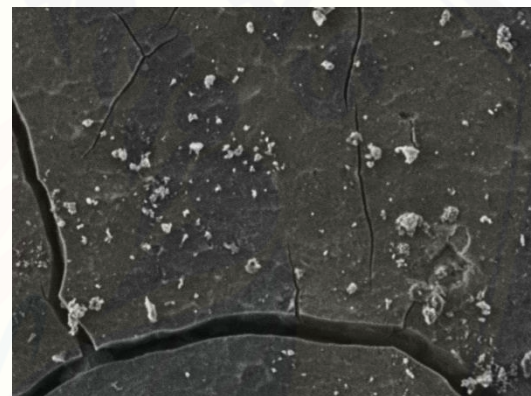
Sampel 1



Sampel 2



Sampel 3



Sampel 4

**E. Tabel prosentase luas area pembentukan HCA dengan menggunakan metode *scoring* gambar hasil uji SEM**

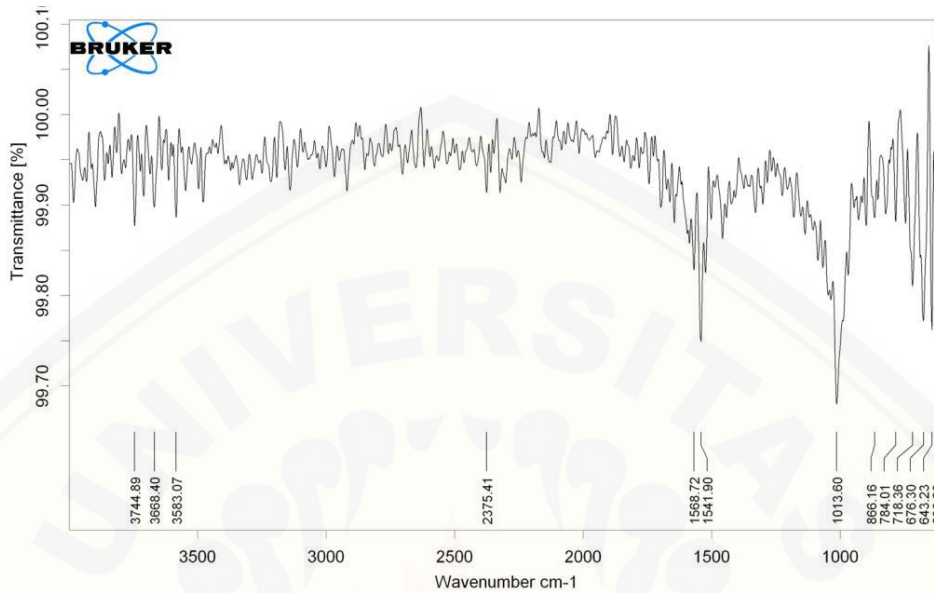
**E.1 Tabel prosentase luas area pembentukan HCA sampel perlakuan A suhu sintering 600°C dengan waktu penahan 2 jam**

SUHU 600 2 JAM				
SUHU 600 (A)	SKOR	JUMLAH	TOTAL SKOR	PROSENTASE
A1	0	348	0	
	1	307	307	
	2	119	238	
	3	90	270	
	4	46	184	
<b>TOTAL</b>			<b>999</b>	<b>27,445</b>
A2	0	243	0	
	1	331	331	
	2	141	282	
	3	119	357	
	4	76	304	
<b>TOTAL</b>			<b>1274</b>	<b>35</b>
A3	0	161	0	
	1	451	451	
	2	173	346	
	3	101	303	
	4	24	96	
<b>TOTAL</b>			<b>1196</b>	<b>32,85</b>
A4	0	149	0	
	1	307	307	
	2	111	222	
	3	173	519	
	4	170	680	
<b>TOTAL</b>			<b>1728</b>	<b>47,47</b>

**E.2 Tabel prosentase luas area pembentukan HCA sampel perlakuan B suhu sintering 900°C dengan waktu penahan 2 jam**

SUHU 900 2 JAM				
SUHU 900 (B)	SKOR	JUMLAH	TOTAL SKOR	PROSENTASE
B1	0	539	0	
	1	253	253	
	2	51	102	
	3	47	141	
	4	20	80	
<b>TOTAL</b>			<b>576</b>	<b>15,82</b>
B2	0	558	0	
	1	191	191	
	2	69	138	
	3	60	180	
	4	32	128	
<b>TOTAL</b>			<b>637</b>	<b>17,5</b>
B3	0	750	0	
	1	124	124	
	2	21	42	
	3	12	36	
	4	3	12	
<b>TOTAL</b>			<b>214</b>	<b>5,87</b>
B4	0	586	0	
	1	256	256	
	2	54	108	
	3	12	36	
	4	2	8	
<b>TOTAL</b>			<b>408</b>	<b>11,2</b>

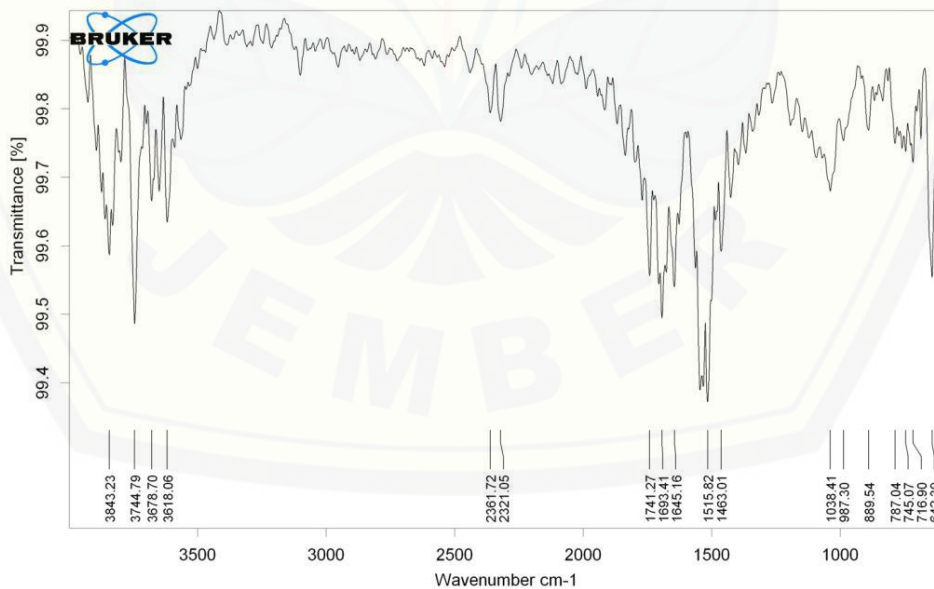
**F. Hasil Uji FTIR kelompok kontrol, kelompok perlakuan suhu sintering 600°C dengan waktu penahan 2 jam, dan kelompok perlakuan suhu sintering 900°C dengan waktu penahan 2 jam**



D:\Layanan Analisis\2019\KONTROL.0	KONTROL	Instrument type and / or accessory	12/26/2019
------------------------------------	---------	------------------------------------	------------

Page 1/1

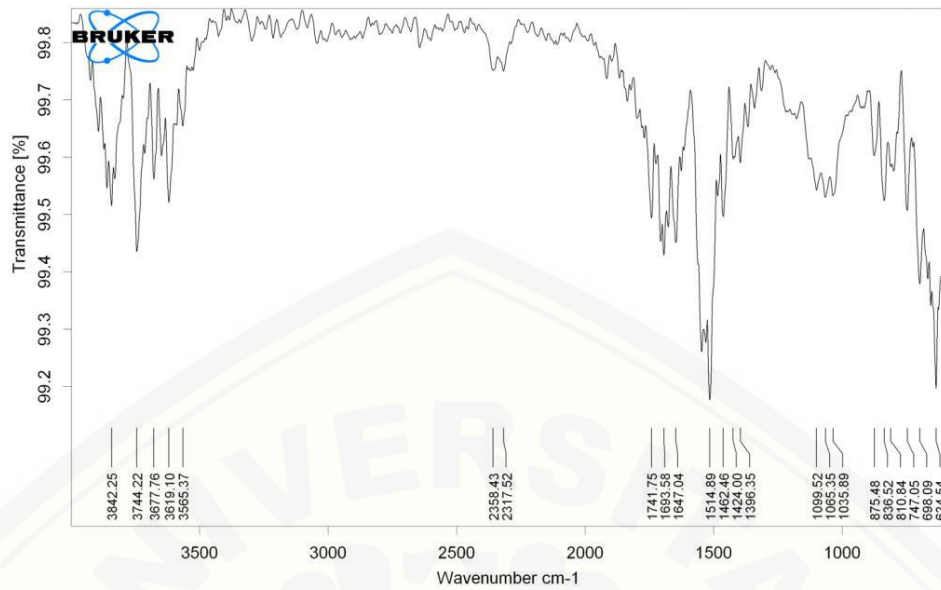
Kontrol



D:\Layanan Analisis\2020\A.0	A	Instrument type and / or accessory	1/7/2020
------------------------------	---	------------------------------------	----------

Page 1/1

Perlakuan suhu sintering 600°C dengan waktu penahan 2 jam



D:\Layanan Analisis\2020\C.0

C Instrument type and / or accessory

1/7/2020

Page 1/1

Perlakuan suhu sintering 900°C dengan waktu penahan 2 jam

### G. Hasil Uji XRF

#### G.1 Tabel hasil uji XRF kelompok perlakuan suhu sintering 600°C dengan waktu penahan 2 jam

Senyawa	Si	P	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Ba
Konsentrasi	61,9%	2,07%	15%	9,2%	0,92%	0,24%	0,97%	6,7%	3%

#### G.2 Tabel hasil uji XRF kelompok perlakuan suhu sintering 900°C dengan waktu penahan 2 jam

Senyawa	Si	Al	P	K	Ca	Ti	V	Cr
Konsentrasi	57,2%	3,2%	1,8%	16,2%	8,92%	0,82%	0,33%	0,82%

Mn	Br	Zr	Ba
6,3%	0,9%	0,4%	3%

## H. Analisis Data Hasil Penelitian

### H.1 Hasil Uji Normalitas Menggunakan Uji *Shapiro-Wilk*

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Suhu	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Prosentase	Suhu 600	,274	4	.	,939	4	,650
HCA	Suhu 900	,227	4	.	,950	4	,717
	KONTROL	.	4	.	.	4	.

a. Lilliefors Significance Correction

### H.2 Hasil Uji Homogenitas Menggunakan Uji *Levene test*

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Prosentase	Based on Mean	3,434	2	9	,078
HCA	Based on Median	2,585	2	9	,130
	Based on Median and with adjusted df	2,585	2	3,987	,191
	Based on trimmed mean	3,221	2	9	,088

### H.3 Hasil Uji One Way Anova

ANOVA						
Prosentase HCA						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	2587,167	2	1293,583	39,101	,000	
Within Groups	297,750	9	33,083			
Total	2884,917	11				



**H.4 Hasil Uji Lanjutan LSD**

<b>Multiple Comparisons</b>						
Dependent Variable: Prosentase HCA						
LSD						
(I) Suhu	(J) Suhu	Mean Difference		Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
Suhu 600	Suhu 900	22,750*	4,067	,000	13,55	31,95
	KONTROL	35,500*	4,067	,000	26,30	44,70
Suhu 900	Suhu 600	-22,750*	4,067	,000	-31,95	-13,55
	KONTROL	12,750*	4,067	,012	3,55	21,95
KONTROL	Suhu 600	-35,500*	4,067	,000	-44,70	-26,30
	Suhu 900	-12,750*	4,067	,012	-21,95	-3,55

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

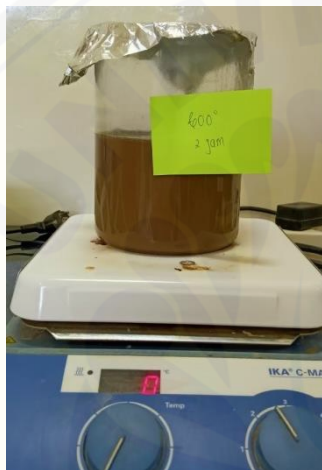
## I. Dokumentasi Prosedur Penelitian



Tampilan abu ampas tebu setelah dilakukan sintering



Hasil ayakan dengan ukuran 200 mesh



25 gr abu ampas tebu ditambahkan 150 ml HCl 0,1 M dan diaduk otomatis dengan alat pengaduk magnet



Disaring dan dibilas dengan akuades hingga pH 7 kemudian dikeringkan dalam oven



10 gr abu ditambah larutan NaOH 2 N 60 ml dan diaduk dengan alat pengaduk otomatis hingga mendidih



Hasil berupa natrium silikat



Mencampur natrium silikat dengan akuades, 2,5 ml etanol 96% dan diaduk dengan alat pengaduk magnet



Menambah HNO<sub>3</sub> hingga pH normal



Menambahkan 0,5 gr P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>



Menambahkan 4,1 gr Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O



Mengeringkan dalam oven bersuhu 60°C selama 72 jam



Hasil akhir berupa bubuk *bioactive glass*



Perendaman dalam campuran larutan SBF dengan bubuk *bioactive glass* dari abu ampas tebu

