

**PEMBENTUKAN *HYDROXYCARBONATE APATITE (HCA)*
BIOACTIVE GLASS BERBASIS SILIKA ABU AMPAS TEBU
PADA SUHU SINTERING 1000 °C DAN 1500 °C
DENGAN WAKTU *HOLDING* 4 JAM**

SKRIPSI

Oleh

Ulfa Mayasari

NIM 161610101063

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2020



**PEMBENTUKAN *HYDROXYCARBONATE APATITE (HCA)*
BIOACTIVE GLASS BERBASIS SILIKA ABU AMPAS TEBU
PADA SUHU SINTERING 1000 °C DAN 1500 °C
DENGAN WAKTU *HOLDING* 4 JAM**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Kedokteran Gigi (S-1) dan
mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh

Ulfa Mayasari

NIM 161610101063

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2020

SKRIPSI

**PEMBENTUKAN *HYDROXYCARBONATE APATITE* (HCA)
BIOACTIVE GLASS BERBASIS SILIKA ABU AMPAS TEBU
PADA SUHU SINTERING 1000 °C DAN 1500 °C
DENGAN WAKTU *HOLDING* 4 JAM**

Oleh

Ulfa Mayasari

NIM 161610101063

Pembimbing

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

Dosem Pembimbing Anggota : Dr. drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes

PERSEMBAHAN

Dengan setulus hati skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya (alm) Bapak Heri Susanto dan Ibuk Widarsih yang selalu mengalunkan doa, kasih sayang, kepercayaan, dan pengorbanan tanpa batas tanpa henti..
2. Seluruh keluarga besar yang senantiasa memberi kepercayaan dan *support* tak pernah putus.
3. Guru-guru saya sejak taman kanak-kanak sampai SMA yang telah mendidik saya menjadi manusia yang lebih baik.
4. Dosen pembimbing dan dosen penguji yang telah meluangkan waktu dan memberikan ilmunya.
5. Almamater tercinta Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

MOTTO

“ PERCAYA bahwa Allah SWT selalu mengirim kesulitan sepaket dengan kemudahan dan jalan keluarnya, jangan berhenti mencari jalan keluarnya!”

“there is a will there is a way”



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ulfa Mayasari

NIM : 161610101063

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah berjudul “Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite (HCA) Bioactive Glass* Berbasis Silika Abu Ampas Tebu pada Suhu Sintering 1000 °C dan 1500 °C dengan Waktu *Holding 4 Jam*” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang saya sebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan dalam institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Februari 2020

Yang menyatakan.

Ulfa Mayasari

NIM 161610101063

PENGESAHAN

Karya ilmiah Skripsi berjudul “Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatit* (HCA) *Bioactive Glass* Berbasis Silika Abu Ampas Tebu pada Suhu Sintering 1000 °C dan 1500 °C dengan Waktu *Holding* 4 Jam” telah diuji dan disahkan pada:

Hari/tanggal : Selasa/18 Februari 2020

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Penguji Utama

Penguji Pendamping

drg. Yenny Yustisia, M. Biotech
NIP. 197903252005012001

Dr. drg. Supriyadi, M. Kes
NIP. 19700920199802001

Pembimbing

Pembimbing

drg. Izzata Barid, M. Kes
NIP. 196805171997022001

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

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

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

RINGKASAN

Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite (HCA) Bioactive Glass* Berbasis Silika Abu Ampas Tebu pada Suhu Sintering 1000 °C dan 1500 °C dengan Waktu *Holding 4 Jam*; Ulfa Mayasari; 161610101063; 85 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Bioactive glass (BAG) sebagai salah satu jenis bahan *bioactive* dapat menghasilkan suatu respon biologis berupa pembentukan ikatan kimia yang kuat antara jaringan dengan bahan yang ditanamkan. Mekanisme pembentukan ikatan antara *bioactive glass* dengan jaringan diawali dari pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) setelah bahan *bioactive glass* berkontak dengan cairan tubuh. Pembentukan HCA dapat dipengaruhi oleh silika yang merupakan komposisi tertinggi dari BAG. Hal tersebut dikarenakan dalam proses pembentukan HCA silika berperan penting dalam induksi nukleasi apatit. Silika sebagai komposisi tertinggi dari *bioactive glass* dapat berasal dari abu ampas tebu. Ekstraksi silika dari abu ampas tebu melalui suatu proses yaitu sintering. Suhu sintering abu ampas tebu tersebut dapat mempengaruhi konsentrasi dan tingkat kristalinitas silika. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pembentukan HCA bahan *bioactive glass berbasis silika abu ampas tebu* pada dua suhu disintering silika yang berbeda, yaitu suhu 1000°C dan 1500°C dengan waktu *holding* 4 jam.

Penelitian ini menggunakan penelitian eksperimental laboratoris *in vitro* dengan rancangan penelitian *the post test with control group design*, yaitu memberikan perlakuan dengan suhu sintering silika dari abu ampas tebu yang berbeda pada 2 kelompok perlakuan, yaitu suhu 1000 °C dan 1500 °C, kemudian membandingkan persentase pembentukan HCA kedua kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol. Masing-masing kelompok terdiri dari 4 sampel. Pada kelompok kontrol dilakukan perendaman *core* dari *glass ionomer* dalam cairan tubuh buatan, sedangkan pada kelompok perlakuan dilakukan perendaman *core* dari *glass ionomer* kedalam campuran cairan tubuh buatan dan bubuk *glass ionomer* dari abu ampas tebu. Perendaman dilakukan selama 7 hari, selanjutnya

dilakukan pengamatan menggunakan SEM pada permukaan *core* untuk melihat persentase pembentukan HCA. Selain itu, untuk membuktikan bahwa pada permukaan *core* terbentuk HCA maka dilakukan uji FTIR. Hasil SEM selanjutnya dilakukan *scoring* untuk mendapatkan nilai persentase pembentukan HCA. Hasil rata-rata persentase pembentukan HCA, dilakukan analisis data dan diuji normalitas menggunakan uji *Shapiro Wilk*, uji homogenitas menggunakan uji Levene, uji beda menggunakan uji *One Way Anova*, dan uji lanjutan menggunakan uji LSD.

Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan pembentukan HCA yang signifikan ($p < 0,05$) pada semua perbandingan antar kelompok. Pada kelompok perlakuan dengan suhu sintering silika 1000 °C, menunjukkan pembentukan HCA secara signifikan lebih tinggi daripada kelompok perlakuan dengan suhu sintering silika 1500 °C. Hal tersebut dapat disebabkan karena silika yang disintering dengan suhu 1500 °C memiliki tingkat kristalinitas lebih tinggi daripada silika yang disintering dengan suhu 1000 °C. Sifat kristalinitas dapat mempengaruhi kelarutan silika setelah bahan BAG berkontak dengan cairan tubuh buatan. Disimpulkan bahwa suhu sintering silika dari abu ampas tebu dapat mempengaruhi pembentukan HCA, hal tersebut dikarenakan peningkatan suhu sintering silika dapat meningkatkan kristalinitas silika.

PRAKATA

Alhamdulillah Robbil ‘Alamiin, puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis mempunyai kesempatan untuk melanjutkan pendidikan hingga perguruan tinggi, berkat rahmat dan karunia-Nya pula penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi yang berjudul “Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite (HCA) Bioactive Glass* dari Abu Ampas Tebu pada Suhu Sintering Silika 1000 °C dan 1500 °C dengan Waktu *Holding 4 Jam*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ayah saya tercinta (alm) Bapak Heri Susanto atas kasih sayang dan pengorbanan yang senantiasa diberikan; Ibu saya tercinta Ibu Widarsih yang tidak pernah putus memberikan semangat, doa, restu, dan selalu berjuang untuk putrinya; nenek saya tercinta Nenek Sumarti yang senantiasa memberi nasehat dan doanya; serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan kepercayaan, mengirimakan doa dan semangat;
2. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes., Sp. Pros., selaku dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
3. drg. Izzata Barid, M. Kes., dan Dr. drg. Didin Erma Indahyani, M. Kes selaku dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing anggota yang telah melibatkan saya dalam proyek penelitian serta telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing saya;
4. drg. Yenny Yustisia, M. Biotech., dan Dr. drg. Supriyadi, M. Kes selaku dosen penguji utama dan dosen penguji pendamping skripsi yang telah memberikan kritik dan masukan yang membangun dalam penulisan tugas akhir skripsi ini;
5. Seluruh staf di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang membantu dalam penyelesaian administrasi penulisan skripsi;

6. Seluruh staf Laboratorium Fakultas Teknik Pertanian, Fakultas Farmasi, Fakultas Teknik Mesin, dan Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah membantu dalam proses penelitian skripsi;
7. Teman seperjuangan tersayang Genk Ampas Tebu, Nia Nurmayanti, Liyathotun Fatimah, dan Yenny Afiv Rosyanah Cannery yang selalu berjuang bersama dalam menghadapi lika-liku perskripsian dengan segala cobaan dan tantangannya;
8. Sahabat spesial saya Mas Ahmad Nurhuda yang selalu memberikan motivasi untuk terus bangkit menghadapi setiap kesulitan dalam penyelesaian skripsi ini;
9. Sahabat-sahabatku Adilia, Dhesya, Fifi, Dheamira, Shintia, Nailah, Atik yang selalu memotivasi dan menyemangati;
10. Teman-teman Kos Pak Haji Nina, Syafira, Shania, Novia, Annisa, Lifia yang selalu saling menguatkan;
11. Teman-teman DEXTRA FKG 2016 atas support, kerja sama, serta bantuan selama ini;
12. Ibu Endang yang telah membantu penyediaan bahan penelitian ampas tebu;
13. Bapak Mukhlis yang telah membantu proses pembakaran ampas tebu;
14. Mas Taufan yang telah membantu proses penelitian;
15. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat.

Jember, 18 Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
PERNYATAAN	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.4.1 Manfaat secara teoritis	3
1.4.2 Manfaat secara aplikatif	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Bioactive Glass</i>	5
2.1.1 Definisi <i>Bioactive Glass</i>	5
2.1.2 Metode Pembuatan <i>Bioactive Glass</i>	5

2.1.3 Proses pembentukan Hidroksikarbonat apatit (HCA) dari Bioactive Glass.....	6
2.1.4 Penggunaan Bioactive Glass dalam Kedokteran Gigi	7
2.2 Silika	7
2.2.1 Definisi Silika	7
2.2.2 Sumber Silika.....	8
2.2.3 Metode Pemurnian Silika dari Abu Ampas Tebu	8
2.2.4 Sifat Silika	9
2.2.5 Pemanfaatan Silika.....	10
2.3 Tebu	11
2.3.1 Tanaman Tebu	11
2.3.2 Ampas Tebu.....	12
2.3.3 Abu Ampas Tebu	13
2.4 Semen Ionomer Kaca/ <i>Glass Ionomer Cement</i> (GIC).....	14
2.4.1 Pengertian dan Sejarah <i>Glass Ionomer Cement</i>	14
2.4.2 Komposisi <i>Glass Ionomer Cement</i>	14
2.4.3 Klasifikasi <i>Glass Ionomer Cement</i>	15
2.5 SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	17
2.6 Fourier Transform Infra Red (FT-IR).....	18
2.7 Kerangka Konsep	19
2.7.1 Kerangka Konsep.....	19
2.7.2 Keterangan Kerangka Konsep	20
2.8 Hipotesis Penelitian	20
BAB 3. METODE PENELITIAN	21
3.1 Rancangan Penelitian.....	21
3.2 Tempat	21

3.3 Waktu Penelitian	21
3.4 Variabel Penelitian	21
3.4.1 Variabel Bebas.....	21
3.4.2 Variabel Terikat	21
3.4.3 Variabel Terkendali	22
3.4.4 Variabel Antara.....	22
3.5 Definisi Operasional	22
3.6 Sampel Penelitian	23
3.6.1 Kriteria Sampel Penelitian.....	23
3.6.2 Besar Sampel	23
3.6.3 Pengelompokan Penelitian	24
3.7 Alat dan Bahan Penelitian.....	24
3.7.1 Alat	24
3.7.2 Bahan	25
3.8 Cara Kerja	25
3.8.1 Tahap Persiapan	25
3.8.2 Pembuatan Abu Ampas Tebu	26
2.8.3 Pretreatment prekursor silika	26
3.8.4 Pembuatan prekursor silika	27
3.8.5 Prosedur Pembuatan <i>Bioactive Glass</i> dari Natrium Silika	27
3.8.6 Pembuatan Cairan Tubuh Buatan	28
3.8.7 Manipulasi <i>glass ionomer</i> sebagai <i>core</i>	28
3.8.8 Tahap Perendaman dalam Cairan Tubuh Buatan.....	29
3.8.9 Analisis Pembentukan Hydroxycarbonate apatit (HCA)	30
3.8.9.1 Uji SEM.....	30

3.9 Analisis Data.....	33
3.10 Alur Penelitian.....	34
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil.....	35
4.1.1 Hasil Uji SEM.....	35
4.1.2 Hasil Uji FTIR.....	38
4.2 Pembahasan.....	40
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	50
Lampiran A. Surat Identifikasi Tanaman.....	50
Lampiran B. Surat Ijin Peminjaman Alat.....	51
Lampiran C. Surat Ijin Penelitian.....	52
Lampiran D. Alat dan Bahan Penelitian.....	53
D.1 Alat Penelitian.....	53
D.2 Bahan Penelitian.....	54
Lampiran E. Prosedur Penelitian.....	55
Lampiran F. Hasil Penelitian.....	58
Lampiran H. Analisis Data.....	63
H.1 Uji Normalitas dengan Shapiro-Wilk.....	63
H.2 Uji Homogenitas dengan Uji Levene.....	63

H.3 Uji Beda dengan <i>One Way Anova</i>	63
H.4 Uji Lanjutan dengan Uji LSD.....	64

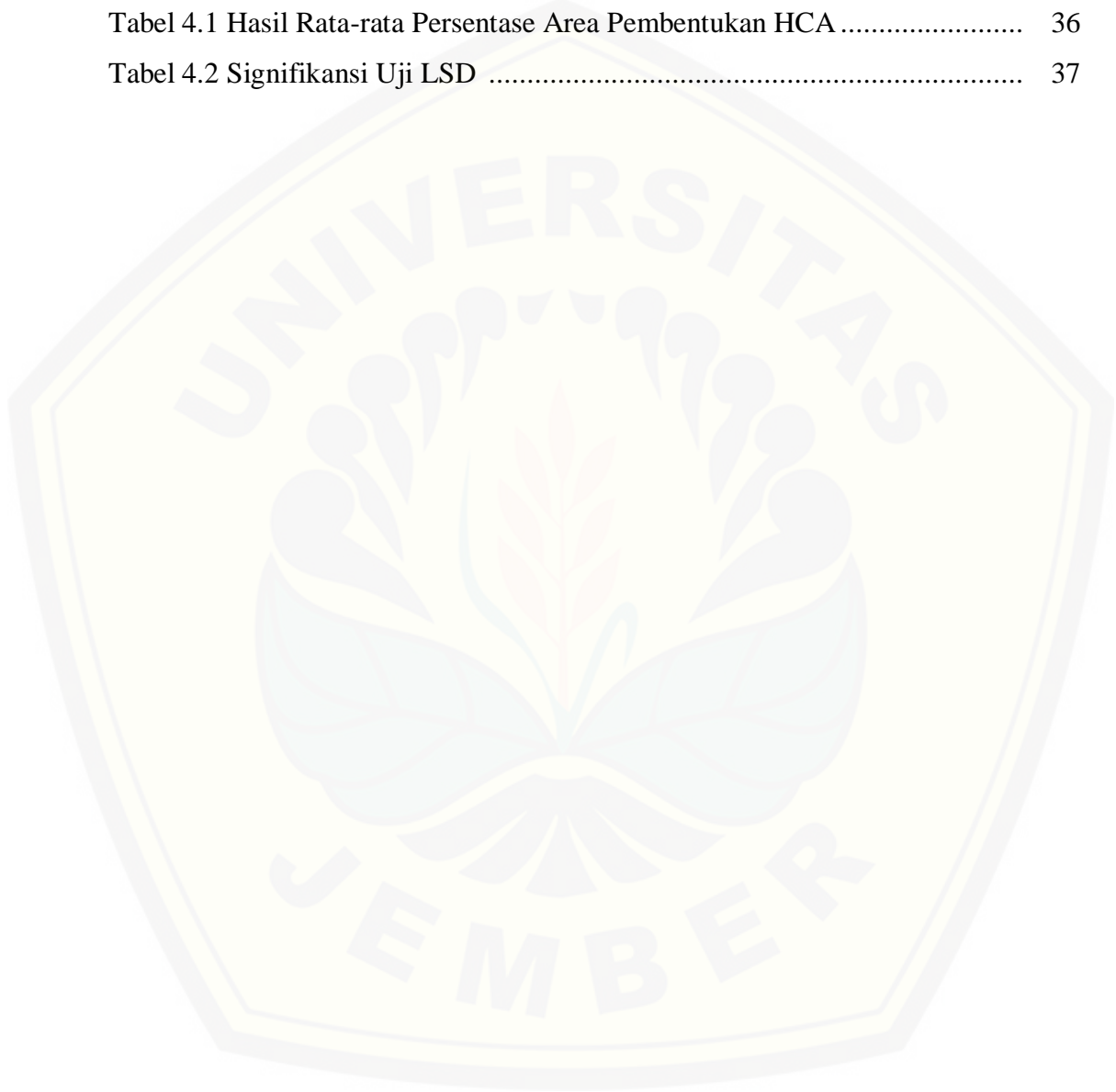


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mekanisme Reaksi Pembentukan Natrium Silika	9
Gambar 2.2 Tanaman Tebu	11
Gambar 2.3 Limbah Ampas Tebu	13
Gambar 2.5 Skema Kerja Alat SEM.....	18
Gambar 2.6 Kerangka Konsep	19
Gambar 3.1 Model <i>Core Glass Ionomer</i>	29
Gambar 3.2 Alur penelitian.....	34
Gambar 4.1 Hasil Uji SEM Permukaan <i>Core Glass Ionomer</i>	35
Gambar 4.2 Spektrum FTIR Kelompok Kontrol.....	38
Gambar 4.3 Spektrum FTIR Kelompok Perlakuan 1	38
Gambar 4.4 Spektrum FTIR Kelompok Perlakuan 2	39
Gambar 4.5 Mekanisme Pembentukan HCA	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu	14
Tabel 4.1 Hasil Rata-rata Persentase Area Pembentukan HCA	36
Tabel 4.2 Signifikansi Uji LSD	37



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Surat Identifikasi Tanaman.....	50
Lampiran B. Surat Ijin Peminjaman Alat.....	51
Lampiran C. Surat Ijin Penelitian.....	52
Lampiran D. Alat dan Bahan Penelitian	
D.1 Alat Penelitian.....	53
D.2 Bahan Penelitian.....	54
Lampiran E. Prosedur Penelitian.....	55
Lampiran F. Hasil Penelitian.....	58
Lampiran G. Data Hasil Penelitian.....	62
Lampiran H. Analisis Data	
H.1 Uji Normalitas.....	63
H.2 Uji Homogenitas.....	63
H.3 Uji Beda.....	63
H.4 Uji Lanjutan.....	64

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bioactive glass (BAG) merupakan bahan bioaktif yang mempunyai serat kaca dengan sebagian besar penyusunnya adalah silika. Suatu bahan diklasifikasikan sebagai bahan bioaktif jika dapat menghasilkan suatu respon biologis berupa pembentukan ikatan kimia yang kuat antara jaringan dengan bahan yang ditanamkan (Abazzi dkk, 2015). Mekanisme pembentukan ikatan antara *bioactive glass* dengan jaringan diawali dari pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) setelah bahan *bioactive glass* berkontak dengan cairan tubuh. Pembentukan HCA tersebut selanjutnya dapat menginisiasi respon biologis jaringan setempat. Dalam bidang kedokteran gigi, *bioactive glass* dapat digunakan sebagai bahan *remineralizing agent*, seperti untuk semen perawatan saluran akar, mengurangi hipersensitifitas dentin, dan sebagai bahan *bleaching* (Farooq, dkk., 2012). Hal tersebut dikarenakan HCA yang terbentuk setelah BAG berkontak dengan cairan tubuh dapat merangsang *transformation growth factor beta* (TGF- β) untuk menginisiasi *odontoblast like cells* yang dapat membentuk matriks ekstraselular yang nantinya akan termineralisasi menjadi dentin reparatif. (Rahaman dkk., 2011). Selain itu, BAG juga dapat digunakan sebagai bahan *bone graft* pada defek tulang alveolar karena periodontitis. (Profetta and Prucher, 2015).

Pembentukan HCA dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu silika. Hal tersebut dikarenakan dalam proses pembentukan HCA, silika dapat berfungsi sebagai inti nukleasi untuk menginduksi pembentukan apatit dalam larutan. (Kontonasaki, 2002). Keterkaitan antara kelarutan silika dengan pembentukan HCA adalah semakin tinggi kelarutan bahan silika dalam *bioactive glass* maka semakin tinggi pula kemampuan bahan tersebut untuk membentuk HCA. (Mirsa, 2008).

Silika sebagai komposisi tertinggi dari *bioactive glass* dapat berasal dari limbah pertanian yaitu dari abu ampas tebu. Berdasarkan penelitian Kazmi dkk. (2016), silika yang berasal dari abu ampas tebu memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan silika yang berasal dari abu sekam padi, yaitu memiliki kekuatan tekan lebih tinggi daripada silika dari abu sekam padi. Selain itu, Usman dkk. (2014) menyatakan bahwa kadar silika di dalam abu ampas tebu tergolong tinggi yaitu sebesar 76%.

Suhu sintering sebagai salah satu proses ekstraksi silika dari abu ampas tebu dapat mempengaruhi konsentrasi dan tingkat kristalinitas silika. Konsentrasi dan kekristalan silika tersebut berperan penting pada kelarutan silika setelah berkontak dengan cairan tubuh buatan (Mujiyanti dkk., 2010). Sintering silika amorf pada suhu 1000° C dengan waktu 5 jam menyebabkan perubahan fasa amorf ke fasa *tridymite* dan *crystalite*, sedangkan pada suhu 1200° C dengan waktu 5 jam terjadi perubahan fasa dari *tridymite* ke *crystalite*. Hartiningsih (2013) juga melakukan penelitian serupa dengan bahan silika dari pasir Bancar, yaitu dengan suhu sintering 1200° C selama 4 jam sudah mulai terjadi perubahan fase menjadi *crystalite*. Penelitian terbaru yang dilakukan Naufalin (2018), menunjukkan bahwa sintering silika dari abu ampas tebu dalam suhu 1500° C selama 4 jam menghasilkan silika yang memiliki struktur kristal *crystalite*. Perubahan Kadar dan struktur kristal silika ini dapat menentukan sifat *bioactive glass* yang akan mempengaruhi pembentukan HCA ketika berkontak dengan cairan tubuh.

Glass Ionomer Cement (GIC) merupakan bahan restorasi kedokteran gigi yang telah digunakan sejak tahun '70 an. Berdasarkan Suprastiwi (2009) GIC merupakan bahan restorasi yang berpotensi sebagai bahan *bioactive*. Hal tersebut dikarenakan GIC mengandung SiO₂ sebesar 35,2-41,9 %, selain itu GIC telah terbukti biokompatibel terhadap jaringan, kedua sifat tersebut mengindikasikan bahwa bahan GIC memiliki sifat *bioactive*. Penelitian Hidayat (2017) menjelaskan bahwa pencampuran GIC dengan bahan *bioactive* mampu mengatasi kebocoran tepi pada restorasi glass ionomer. Hal tersebut dikarenakan GIC memiliki sifat yang sama dengan bahan *bioactive*, sehingga dapat terjadi nukleasi apatite yang

dapat menutup kebocoran mikro tepi restorasi. Berdasarkan uraian tersebut, pada penelitian ini digunakan GIC sebagai *core* tempat adhesi HCA yang terbentuk.

Telah banyak dilakukan penelitian tentang pembentukan HCA pada *bioactive glass silica* dari abu ampas tebu yang direndam dalam cairan tubuh buatan, namun belum diketahui suhu optimal sintering abu ampas tebu yang dapat menghasilkan silika dengan kemurnian tinggi. Berdasarkan uraian tersebut peneliti ingin melakukan optimalisasi kemurnian silika dari abu ampas tebu dengan membandingkan dua perlakuan suhu sintering yang berbeda terhadap persentase area pembentukan *hidroxykarbonat apatite*. Diharapkan akan didapatkan sifat silika yang mampu membentuk *hidroxykarbonat apatite* yang paling tinggi, sehingga dihasilkan *bioactive glass* sebagai bahan *remineralizing agent* paling baik.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pembentukan HCA bahan *bioactive glass* berbasis silika abu ampas tebu pada suhu sintering silika 1000°C dan 1500°C dengan waktu *holding* 4 jam ?

1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisis pembentukan HCA bahan *bioactive glass* berbasis silika abu ampas tebu pada suhu disintering silika 1000°C dan 1500°C dengan waktu *holding* 4 jam.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat secara teoritis

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh suhu sintering 1000 °C dan 1500 °C silika abu ampas tebu terhadap persentase area pembentukan HCA
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai optimalisasi silika dari abu ampas tebu sebagai bahan *bioactive glass* melalui analisis persentase area pembentukan HCA dari dua suhu sintering silika yang berbeda.

3. Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

1.4.2 Manfaat secara aplikatif

1. Meningkatkan nilai guna limbah ampas tebu sebagai sumber alami silika untuk dimanfaatkan sebagai bahan dalam bidang kedokteran gigi biomedik maupun bidang konservasi gigi.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Bioactive Glass*

2.1.1 Definisi *Bioactive Glass*

Bahan bioaktif adalah bahan yang dapat memberikan suatu rangsangan sehingga terjadi respon biologis yang menguntungkan di dalam tubuh, terutama pada bagian tubuh yang tengah melakukan ikatan dengan bahan ini (Jones, 2013). Salah satu bentuk bioaktif glass pada saat ini adalah bahan bioaktif glass pembentuk sintesis hidroksiapatit yang dapat menggantikan struktur tulang yang patah. Sintesis hidroksiapatit ini dipercaya sebagai satu-satunya bahan yang bersifat biokompatible dalam tubuh (Krishnan dan Lakshmi, 2013).

Profesor Hench berasal dari Universitas Florida pada tahun 1969 untuk pertama kalinya melakukan sebuah penelitian yang menghasilkan suatu penemuan bahan biokeramik baru, dengan komposisi silika sebagai bahan dasar yang dapat dikombinasikan dengan bahan lainnya seperti kalsium. Cara pengaplikasian bahan ini adalah dengan menanamkannya dalam fraktur tulang. Proses yang terjadi selanjutnya adalah bahan silika tersebut akan melakukan ikatan kuat dengan tulang yang kemudian oleh Profesor Hench dinamai dengan bahan *bioactive glass* (Bioglass 45S5) (Krishnan dan Lakshmi, 2013: 78-79).

2.1.2 Metode Pembuatan *Bioactive Glass*

Metode pembuatan *bioactive glass* ada dua, yaitu metode tradisional *meltquenching* dan metode sol-gel. Metode tradisional *melt-quenching* dilakukan dengan cara melelehkan oksida secara bersamaan menggunakan cawan platinum dengan suhu tinggi (diatas 1300° C) dan padam dalam cetakan grafit atau air. Prinsip metode sol-gel adalah membentuk dan merakit nanopartikel pada suhu kamar (Jones,2013). Metode sol-gel dapat dilakukan dengan membentuk senyawa anorganik dengan menggunakan reaksi kimia (hidrolisis dan kondensasi) dalam larutan suhu rendah (suhu kamar). Terdapat dua metode yang dapat digunakan pada proses sol- gel ini, yaitu metode alkoksida yang menggunakan prekursor

logam alkoksida dan metode koloid yang menggunakan prekursor selain alkoksida seperti nitrat, karboksilat, asetil aseotat dan klorida. Pada pembuatan silika dengan metode sol gel, dapat menggunakan natrium silikat sebagai prekursornya (Jones, 2013).

Metode sol-gel ini memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan metode *traditional melt-quenching*, diantaranya; prosesnya berlangsung pada suhu kamar, lebih mudah, dan produk yang dihasilkan mempunyai kemurnian dan kehomogenan yang tinggi. Selain itu, secara fisik bioaktif glass dengan metode sol-gel cenderung memiliki nanoporositas yang dapat meningkatkan respon seluler karena *nanopography*. Bioaktif glass dengan metode sol-gel memiliki luas permukaan dua kali lipat lebih tinggi daripada bioaktif glass dengan metode *traditional melt-quechin*. Luas permukaan dengan metode sol-gel menghasilkan tingkat kelarutan tinggi karena tidak ada titik leleh yang terlibat. Pembuatan bioaktif glass dengan bahan silika menggunakan metode sol-gel akan menghasilkan struktur silika nano . (Jones, 2013)

2.1.3 Proses pembentukan Hidroksikarbonat apatit (HCA) dari Bioactive Glass

Pembentukan HCA diawali dengan terjadinya kontak permukaan bahan *bioactive glass* dengan cairan tubuh, selanjutnya ion-ion alkali akan terlepas dan diganti dengan kation H^+ atau H_3O^+ dari cairan tubuh. Setelah itu akan terjadi peningkatan pH lokal yang menyebabkan kerusakan ikatan Si-O-Si dan pelepasan silicon, sehingga terbentuk golongan silanol. Jika pH lokal kurang dari 9,5 kelompok silanol berpolimerisasi dan berkondensasi pada permukaan *bioactive glass*, membentuk lapisan gel silika. Struktur silika akan terus mengalami pertukaran ion. Ion kalsium dan fosfat serta ion-ion yang ada pada cairan tubuh akan bermigrasi melalui lapisan gel silika, kemudian membentuk lapisan *amorphous calcium phosphate* di atas lapisan gel silika. Setelah pertumbuhan gel silika dan lapisan kalsium fosfat, akan terjadi penggabungan OH^- dan CO_3^- yang menyebabkan kristalisasi HCA yang akan aktif secara biologis dan penting dalam membentuk ikatan dengan jaringan hidup. Jika HCA terpapar dengan cairan tubuh, akan memungkinkan interaksi dengan gugus biologis seperti serta

kolagen, fibronectin, protein plasma, darah, fibroblast dan osteoblast, yang akan berikatan kuat antara biomaterial dengan lingkungan fisiologis (Jones, 2013 dan).

2.1.4 Penggunaan Bioactive Glass dalam Kedokteran Gigi

Penggunaan bioactive glass dalam dunia kedokteran gigi adalah sebagai bahan remineralizing agent, semen perawatan saluran akar, bahan untuk mengurangi hipersensitifitas dentin, dan sebagai bahan bleaching (Krishnan dan Lakshmi, 2013; Farooq, dkk., 2012). Bioactive glass juga dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam bahan restorasi untuk remineralisasi dentin yang karies. Remineralisasi terjadi ketika ion-ion kalsium dan natrium berikatan dengan ion hidrogen yang terkandung dalam saliva sehingga terjadi peningkatan pH lokal dan pembentukan kelompok ikatan silanol. Kelompok ikatan silanol selanjutnya terkondensasi dan terpolimerisasi membentuk silika gel. Ion kalsium dan fosfat kemudian akan keluar melewati silika gel ke permukaan lapisan untuk membentuk kalsium fosfat dan berikatan dengan ion hydroxyl dan ion karbonat dalam saliva untuk membentuk lapisan HCA baru. Remineralisasi pun dapat terjadi akibat deposisi HCA tersebut (Ferracane, dkk., 2010).

Bahan restorasi yang saat ini mulai menggunakan bahan *bioactive glass silica* sebagai bahan tambahan (remineralizing agent) adalah semen ionomer kaca. Sebuah penelitian dilakukan oleh Mabrouk dan kawan – kawan mengenai penambahan 0,04 wt% bioactive glass nano silica ke dalam semen ionomer kaca, dan hasilnya berupa terbentuknya HCA pada semen ionomer kaca tersebut setelah direndam dalam cairan tubuh buatan. Hasil dari penelitian ini membuat Mabrouk dan kawan - kawan menyimpulkan bahwa dengan penambahan 0,04 wt% bioactive glass nano silica dalam semen ionomer kaca akan mampu mencegah timbulnya kebocoran tepi pada semen ionomer kaca (Mabrouk, dkk., 2012).

2.2 Silika

2.2.1 Definisi Silika

Silika adalah nama yang diberikan untuk sekelompok mineral yang terdiri dari silikon dan oksigen, kedua unsur tersebut merupakan unsur yang paling

melimpah di kerak bumi. Silika terdiri dari satu atom silikon dan dua atom oksigen yang menghasilkan rumus kimia SiO_2 (Ariffin, 2004). Secara alami silika dapat tersedia dalam bentuk kristal dan amorf. Silika kristalin terdiri dari beberapa tipe, yaitu; α -quartz, β -quartz, α -tridimit, β -tridimit, α -kristobalit, β -kristobalit, *ceosite*, *stishovite*, dan *moganite* (NIOSH, 2002).

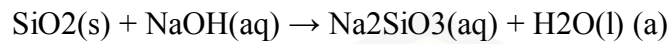
2.2.2 Sumber Silika

Sumber silika alami dapat diperoleh dari mineral, tumbuhan dan hewan. Silika mineral banyak ditemui dalam pasir kuarsa, granit, dan feldspar. Bahan-bahan tersebut merupakan hasil tambang yang didalamnya mengandung kristal-kristal silika (SiO_2) (Bragmann and Goncalves, 2006). Namun, eksploitasi silika mineral yang berlebihan dapat menimbulkan masalah lingkungan. Salah satu alternatif untuk mencegahnya adalah dengan memanfaatkan silika alami yang bersumber dari tumbuhan atau disebut dengan silika nabati. Silika alami terutama yang berasal limbah pertanian terbukti lebih aman, murah, dan ramah lingkungan. Silika nabati dapat ditemukan pada sekam padi (Dahlia dkk., 2013), tongkol jagung (Monalisa dkk., 2013), bambu (Naafi, 2017) dan tebu (Usman dkk, 2014). Berdasarkan penelitian Kazmi (2016) silika dari tebu memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan silika dari sumber lain, yaitu silika dari abu ampas tebu memiliki kekuatan tekan lebih tinggi daripada silika dari abu sekam padi.

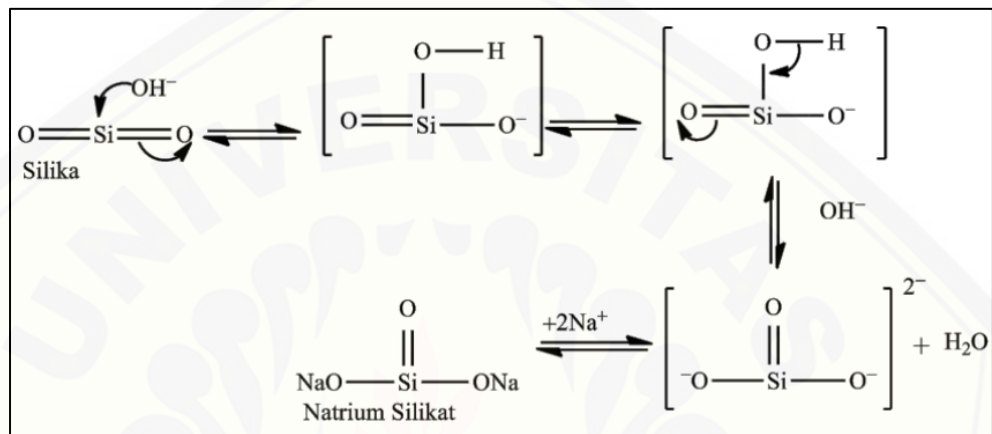
2.2.3 Metode Pemurnian Silika dari Abu Ampas Tebu

Cara untuk memproduksi silika dari biomassa dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara leaching secara kimia dan dengan cara pembakaran untuk menghilangkan karbon (Yulianti dkk., 2017). Pembakaran ampas tebu akan menghasilkan beberapa jenis warna abu, hal tersebut bergantung pada kualitas pembakaran. Pada pembakaran sempurna akan menghasilkan abu dengan warna abu-abu hingga putih, sedangkan untuk pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan warna abu hitam. Kualitas abu ampas tebu dapat dilihat dari ukuran partikel dan luas spesifik permukaannya (Chandra dkk., 2012). Proses pemurnian silika dari abu ampas tebu terdiri dari dua tahapan yaitu preparasi silika dan ekstraksi silika (Fatimah, 2017).

Ekstraksi silika dari abu ampas tebu dilakukan dengan memanaskan abu ampas tebu bersama larutan NaOH karena silika dapat larut dalam alkali (Moises et al., 2013). Reaksi antara silika dengan larutan NaOH dapat dilihat pada persamaan berikut :



Mekanisme reaksinya dapat dilihat pada Gambar 2.3, sebagai berikut :



Gambar 2.1 Mekanisme reaksi pembentukan natrium silikat (Yusuf dkk., 2014)

2.2.4 Sifat Silika

Silika memiliki sifat yang terbukti memiliki stabilitas tinggi, fleksibilitas kimia, dan biokompatibilitas yang berperan penting bagi berbagai lingkup (Ogi, 2014). Selain itu, silika memiliki kelimpahan yang banyak, biaya yang relatif murah penelitian silika berbasis nano dan mikropartikel, dan memiliki permukaan yang besar untuk rasio volume yang diharapkan mampu menjadi carrier imobilisasi yang besar untuk sejumlah enzim dengan relatif sedikit material bahan pembawa (Galliker, 2010).

Silika memiliki sifat non konduktor, memiliki ketahanan terhadap oksidasi dan degresi termal yang baik (Hildayati et al., 2009). Secara teoritis, unsur silika mempunyai sifat menambah kekuatan lentur adonan keramik dan kekuatan produk keramik. Penguatan badan keramik terjadi karena adanya pengisian ruang kosong yang ditinggalkan akibat penguapan dari proses pembakaran adonan dengan leburan silika sedemikian rupa hingga produk menjadi lebih rapat (Hanafi dan Nandang, 2010).

Silika dapat mengalami perubahan fasa dengan proses sintering, yaitu pemanasan serbuk pada suhu tinggi tetapi masih berada di bawah titik leleh. Berdasarkan penelitian Wibawa dkk. (2015) sintering silika amorf pada suhu 1000° C dengan waktu 5 jam terjadi perubahan fasa amorf ke fasa *tridymite* dan *crystalobalite*, sedangkan pada suhu 1200° C dengan waktu 5 jam terjadi perubahan fasa dari *tridymite* ke *crystalobalite*. Hartiningsih (2013) juga melakukan penelitian serupa dengan bahan pasir Bancar, yaitu sintering dengan waktu 4 jam pada suhu 1200°C, sudah mulai terjadi perubahan fase ke *crystalobalite*. Selain itu, penelitian terbaru yang dilakukan Naufalin (2018), menunjukkan bahwa dengan waktu 4 jam abu ampas tebu yang disintering dalam suhu 1500°C memiliki struktur kristal *crystalobalite*.

2.2.5 Pemanfaatan Silika

SiO₂ (silika) memiliki daya guna tinggi, aplikasinya sangat luas baik dalam kegiatan industri maupun kehidupan sehari-hari. Fadhlulloh (2014) menyebutkan kegunaan silika dalam berbagai macam ruang lingkup, seperti bioteknologi (Galliker, 2010; Cheang, 2012), lingkungan (Liu, 2013; Le, 2013), industri semen (Singh, 2011), komposit (Nandiyanto, 2011), dan medis (Slowing, 2008; Kwon, 2013; Estévez, 2009; Lu, 2007; Tang, 2013; Xu, 2003). Silika dalam bentuk gel sering digunakan sebagai adsorben (Amrulloh, 2014), yaitu merupakan produk yang digunakan untuk menjaga kelembaban makanan, obat-obatan, bahan sensitif, elektronik dan film sekalipun. Produk anti lembab ini menyerap lembab tanpa merubah kondisi zatnya. Silika merupakan bahan baku utama pada glass industry, keramik, untuk produksi larutan silikat, silikon dan alloy (Agung, 2013). Pada dunia industri penggunaan silika gel sudah sangat luas, Dewasa ini salah satu material yang banyak diminati adalah komposit berbasis silika seperti komposit MgO-SiO₂ (Damiyanti dkk., 2012). Selain itu silika juga banyak digunakan sebagai penyangga katalis heterogen untuk berbagai reaksi katalitik seperti sintesis biodiesel (Sharma, 2007; Helwani, 2009).

2.3 Tebu

2.3.1 Tanaman Tebu

Tebu merupakan tanaman perdu yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula. Tebu dapat tumbuh pada daerah dengan iklim tropis maupun subtropis. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa dan Sumatra. (Fitriyani, 2012). Penyebutan tanaman tebu di setiap daerah berbeda-beda, di daerah Jawa Barat disebut Tiwu, sedangkan di daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur disebut Tebu atau Rosan (Indrawanto dkk., 2010).



Gambar 2.2 Tanaman Tebu (Koleksi Pribadi, 2019)

Tanaman tebu dengan nama latin *Saccharum officinarum* memiliki klasifikasi sebagai berikut (Leovici, 2012).

- Kingdom : Plantae (tumbuhan)
- Subkingdom : Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
- Super Divisi : Spermatophyta (menghasilkan biji)
- Divisi : Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
- Kelas : Liliopsida (berkeping satu/ monokotil)
- Sub Kelas : Commelinidae
- Ordo : Poales
- Famili : Poaceae (suku rumput- rumputan)

Genus : Saccharum

Spesies : Saccharum officinarum L.

Tanaman tebu mempunyai batang yang padat, tidak bercabang, dan di penampangnya terdapat lingkaran yang biasanya disebut dengan ruas. Umumnya, ruas-ruas ini berjarak sekitar 15 sampai 25 cm, dimana semakin ke ujung batang atas jarak antar ruas semakin pendek. Diameter tanaman tebu memiliki ukuran berkisar antara 2,5 cm – 5,0 cm. Sedangkan untuk warna dan kekerasan batang cenderung bervariasi sesuai dengan varietasnya. (James, 2004).

Daun tebu merupakan daun tidak lengkap, karena tidak mempunyai tangkai daun, hanya terdiri dari pelepah dan helaian daun. Daun tebu melekat pada batang di setiap ruas-ruas batang, secara bergantian dalam dua baris di sisi berlawanan. Pelepah memeluk batang, makin ke atas makin sempit. Bagian pelepah terdapat bulu-bulu dan telinga daun. Daun tebu memiliki pelepah yang kuat, biasanya berwarna putih dan cekung pada permukaan atas daun, dan hijau pucat dan cembung di permukaan bawah daun (James, 2004).

Akar tanaman tebu berbentuk serabut dengan panjang dapat mencapai satu meter. Pertumbuhannya dipengaruhi oleh kelembaban tanah dan suhu tanah, serta volume tanah yang tersedia untuk akar menyebar. Pertumbuhan akar sangat lambat ketika suhu tanah di bawah 18°C, tetapi meningkatkan secara progresif ke optimum sekitar 35°C. Suhu tanah yang semakin tinggi menyebabkan pertumbuhan akar juga berkurang (James, 2004).

Bunga tebu berupa malai dengan panjang antara 50-80 cm. Cabang bunga pada tahap pertama berupa karangan bunga dan pada tahap selanjutnya berupa tandan dengan dua bulir panjang 3-4 mm. Terdapat pula benangsari, putik dengan dua kepala putik dan bakal biji (Indrawanto et al., 2010).

2.3.2 Ampas Tebu

Ampas tebu merupakan limbah agroindustri pabrik gula, yaitu berupa residu dari proses penggilingan tanaman tebu setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya (Kumar dkk., 2014). Ketersediaan ampas tebu di Indonesia cukup melimpah sejalan dengan banyaknya pabrik gula tebu, baik yang dikelola oleh negara (PT

Perkebunan Nusantara/PTPN) maupun swasta. Data P3GI 2010 menunjukkan pada tahun 2009 terdapat 15 perusahaan (62 pabrik gula) dengan jumlah tebu yang digiling sebanyak 29,911 juta ton per tahun. Dari jumlah tebu yang digiling tersebut, ampas tebu yang dihasilkan sebesar 2,991 juta ton (Hidayati, 2016)

Berbagai upaya pemanfaatan limbah ampas tebu yang melimpah tersebut terus dilakukan untuk meminimalkan limbah ampas tebu. Diantaranya adalah pemanfaatan sekitar 50% ampas tebu sebagai bahan bakar boiler dan sisanya ditimbun sebagai buangan yang memiliki nilai ekonomi rendah. Penimbunan ampas tebu dalam waktu tertentu akan menimbulkan permasalahan, karena bahan ini mudah terbakar, mencemari lingkungan sekitar, dan menyita lahan yang luas untuk penyimpanannya (Hidayati dkk., 2016).



Gambar 2.3 Limbah Ampas Tebu (Puslitbang, 2016)

2.3.3 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu merupakan hasil pembakaran dari ampas tebu murni. Abu ampas tebu mengandung kadar silika cukup tinggi yaitu sekitar 50-70%. Kandungan silika abu ampas tebu tidak mempunyai nilai yang pasti, berbeda-beda berdasarkan jenis tanah area tebu tersebut ditanam. Selain kadar silika, abu ampas tebu juga mengandung aluminium, besi, logam alkali, dan alkali tanah dalam jumlah yang kecil (Souza dkk., 2011). Karena kandungan silika dalam abu ampas tebu besar maka abu ampas tebu berpotensi sebagai bahan baku pembuatan silika gel yang mempunyai nilai tambah secara ekonomi (Nazriati dkk., 2011)

Komposisi kimia abu ampas tebu terdiri dari beberapa senyawa kimia yang dapat dilihat dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu (Akhinov, 2010)

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

2.4 Semen Ionomer Kaca/*Glass Ionomer Cement* (GIC)

2.4.1 Pengertian dan Sejarah *Glass Ionomer Cement*

Semen Ionomer Kaca (SIK) atau *glass ionomer cement* (GIC) merupakan salah satu bahan restorasi dalam kedokteran gigi yang diperkenalkan pertama kali oleh Wilson dan Kent pada tahun 1971. Penyebutan *glass-ionomer* populer digunakan dalam bidang kedokteran gigi, sedangkan berdasarkan International Organization for Standardization (ISO) penamaan yang benar adalah *glass polyalkenoate cement*. (Sidhu dkk., 2016). Material ini dapat melekat pada enamel dan dentin secara fisikokimiawi, ion-ion kimia bahan dapat berikatan dengan ion kalsium gigi. Selain itu bahan ini memiliki koefisien termal yang sama dengan jaringan dentin, dan juga memiliki keunggulan mampu melepaskan *fluoride* yang dapat mencegah terjadinya karies sekunder serta kebocoran tepi pada tumpatan. (Lestari dkk, 2012).

2.4.2 Komposisi *Glass Ionomer Cement*

Glass Ionomer Cement (GIC) terdiri atas bubuk yang merupakan asam larut air kalsium aluminosilikat yang mengandung fluor. Terdiri atas silika, alumina,

kalsium fluorida, oksida metal dan metal fosfat pada suhu 1100-1500°C. Fungsi komponen GIC (Annusavice, 2012):

- 1) Alumina (Al_2O_3) : meningkatkan opasitas
- 2) Silika (SiO_2) : meningkatkan translusensi
- 3) Fluorida : antikariogenik, meningkatkan translusensi, working time dan kekuatan
- 4) Kalsium fluorida (CaF_2): meningkatkan opasitas
- 5) Aluminium fosfat : menurunkan melting time (waktu mencair) dan meningkatkan translusensi
- 6) Kriolit (Na_3AlF_6) : meningkatkan translusensi
- 7) Ion Na, K, Ca, Sr

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

2.4.3 Klasifikasi *Glass Ionomer Cement*

Klasifikasi GIC dapat dikelompokkan berdasarkan penggunaannya, dan menurut reaksi komponen kimia utamanya. Berdasarkan penggunaannya GIC dapat diklasifikasikan menjadi tipe 1, tipe 2-1, dan tipe 2-2. Sedangkan berdasarkan reaksi komponen kimia utamanya dapat diklasifikasikan menjadi *glass ionomer* konvensional dan *glass ionomer* modifikasi resin. (Annusavice, 2012).

Berikut adalah klasifikasi GIC berdasarkan penggunaannya (Annusavice, 2012):

1. Tipe 1, disebut sebagai luting cement, digunakan untuk menyemenkan mahkota, inlay, onlay atau jembatan, ratio bubuk/cairan 1,5:1, ketebalan 25 mikron atau kurang, radiopak.
2. Tipe 2, disebut juga restorative cement
 - Tipe 2-1, restoratif estetik, digunakan untuk tumpatan estetika, ratio bubuk/cairan 2,5:1 sampai 6,8:1, kebanyakan bersifat radiolusen, memiliki

reaksi pengerasan (setting reaction) yang panjang yang dapat mengakibatkan kehilangan cairan atau kontaminasi cairan (water-in, water-out) paling tidak selama 24 jam setelah pengaplikasian sehingga memerlukan lapisan pelindung (diberi cocoa butter atau dilapisi bonding agent).

- Tipe 2-2, reinforced GIC, diberi tambahan Ag-Sn atau Ag-Pd, dan GIC yang diperkuat ini dianggap memiliki kekuatan kompresif yang lebih baik, digunakan pada tumpatan yang tidak terlalu mementingkan estetika melainkan memerlukan pengerasan yang cepat dan sifat-sifat yang tinggi misalnya untuk tambalan
- 3. Tipe 3, disebut juga lining cement atau basis, digunakan sebagai material pelapikan standar di bawah semua material restoratif, adhesif ke dentin dan enamel, mengeluarkan fluor, dapat dietsa dengan asam ortofosfat 37% seperti enamel, reaksi pengerasan cepat, resistensi terhadap penyerapan air terjadi lebih awal. Ratio bubuk/cairan antara 1,5:1 dan untuk basis 3 :1 atau lebih.

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

1. Glass ionomer konvensional

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

2. *Resin-modified glass ionomer cement.*

Resin-Modified Glass ionomer cement mengkombinasikan reaksi asam-basa ionomer kaca tradisional dengan reaksi polimerisasi amine-peroksida (self-cured). Sistem light-cured ini telah dikembangkan dengan menambahkan kelompok methacrylate fungsional yang dapat dipolimerisasi dengan photo-initiator pada formulasi ini. Dikembangkan pada tahun 1992

resin-modified glass ionomer cement dalam bentuk paling sederhana adalah glass ionomer yang mengandung sedikit komponen resin larut dalam air yang dapat dipolimerisasi. Bahan yang lebih rumit telah dikembangkan dengan memodifikasi asam polialkenoat dengan rantai samping yang dapat dipolimerisasi menggunakan mekanisme light-cured dengan adanya photo initiators namun pengerasan tetap terjadi melalui reaksi asam-basa.

3. *Metal-reinforced glass ionomer cements*

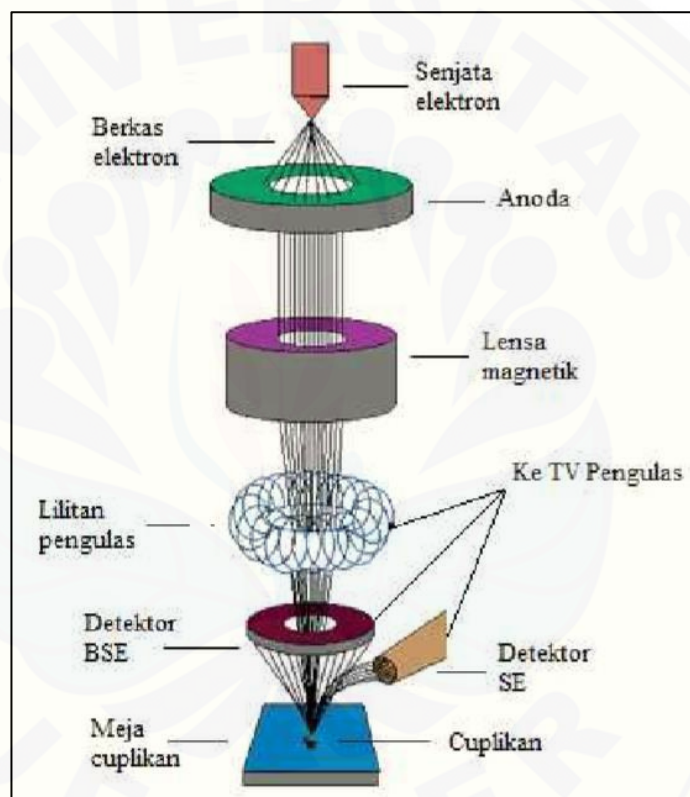
Metal-reinforced glass ionomer cements pertama kali diperkenalkan pada tahun 1977. Penambahan bubuk campuran perak-amalgam pada bahan konvensional meningkatkan kekuatan fisik semen dan memberikan radiopasitas. Partikel perak dilelehkan menjadi serpihan-serpihan seperti kaca dan sejumlah produk kemudian muncul dimana kandungan campuran amalgam telah ditetapkan untuk memperbaiki keluhan sampai tingkat yang dikatakan menghasilkan sifat mekanis optimum untuk metal-reinforced glass ionomer cement .

2.5 SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk mengamati permukaan objek solid secara langsung. SEM memiliki perbesaran 10 – 3.000.000 kali, depth of field 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm. Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, depth of field yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri (Prasetyo, 2011).

SEM merupakan sebuah mikroskop yang menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya untuk membentuk sebuah gambar. SEM memiliki banyak keuntungan melebihi mikroskop biasa. SEM mempunyai bidang pengukuran yang lebar yang membuat sampel fokus pada satu waktu. Dengan resolusi SEM yang lebih tinggi tersebut sampel dapat diperbesar pada tingkatan yang lebih tinggi secara teliti (Schweitzer, 2013). Proses karakterisasi SEM berawal dari pancaran

elektron bersifat monokromatik yang dihasilkan dari senjata elektron. Pancaran electron tersebut lalu diteruskan menuju anoda. Pada proses ini elektron mengalami penyearahan menuju titik fokus. Selain itu, anoda juga berfungsi untuk membatasi atau mengeliminasi pancaran elektron yang memiliki sudut hambur terlalu besar. Kemudian berkas elektron yang berhasil melewati anoda diteruskan menuju lensa magnetik dan dilanjutkan menuju koil pengulas sebelum akhirnya lektron menembak cuplikan atau sampel (Sampson, 1996). Skema peralatan SEM ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Skema Kerja Alat SEM (Schweitzer, 2013)

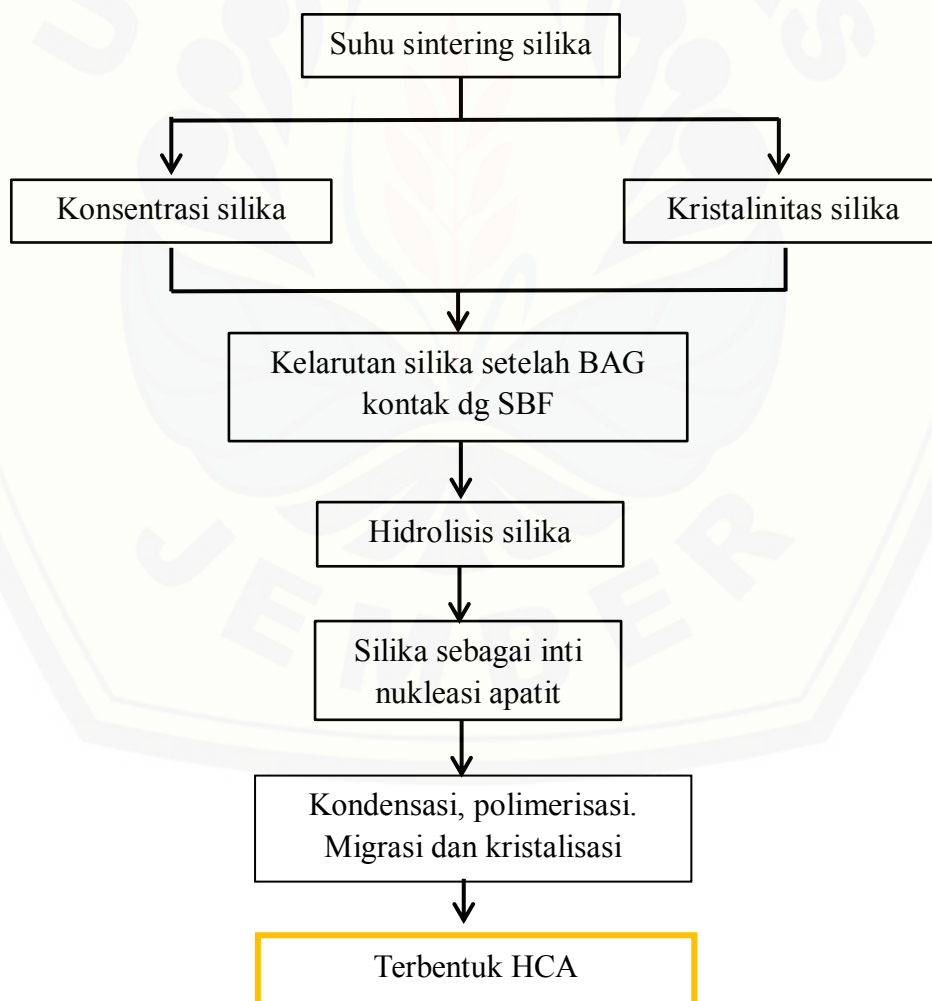
2.6 Fourier Transform Infra Red (FT-IR)

FT-IR digunakan untuk menganalisa senyawa organik dan anorganik. FT-IR juga dapat digunakan untuk analisa kualitatif meliputi analisa gugus fungsi (adanya 'peak' dari gugus fungsi spesifik) beserta polanya dan analisa kuantitatif dengan melihat kekuatan absorpsi senyawa pada panjang gelombang. Sistem optik Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red dilengkapi dengan cermin yang

bergerak tegak lurus dan cermin yang diam. Dengan demikian radiasi infra merah akan menimbulkan perbedaan jarak yang ditempuh menuju cermin yang bergerak (M) dan jarak cermin yang diam (F). Perbedaan jarak tempuh radiasi tersebut adalah 2 yang selanjutnya disebut sebagai retardasi (δ). Hubungan antara intensitas radiasi IR yang diterima detektor terhadap retardasi disebut sebagai interferogram. Sedangkan sistem optik dari Spektrofotometer Infra Red yang didasarkan atas bekerjanya interferometer disebut sebagai sistem optik Fourier Transform Infra Red. (Nugrahani dkk., 2013)

2.7 Kerangka Konsep

2.7.1 Kerangka Konsep



Gambar 2.6 Kerangka Konsep

2.7.2 Keterangan Kerangka Konsep

Suhu sintering sebagai salah satu proses ekstraksi silika dari abu ampas tebu dapat mempengaruhi konsentrasi dan tingkat kristalinitas silika. Semakin meningkat suhu akan menyebabkan tingkat kristalinitasnya meningkat dan konsentrasi silika akan semakin menurun. Kristalinitas dan konsentrasi silika akan mempengaruhi kelarutan silika sesaat setelah bahan *bioactive glass* (BAG) berkontak dengan cairan tubuh buatan. Silika dengan tingkat kristalinitas yang tinggi akan sukar terdestruksi. Silika tersebut berfungsi sebagai inti nukleasi pembentukan apatit untuk selanjutnya akan mengalami proses kristalisasi membentuk *hydroxycarbonate apatite* (HCA). Semakin banyak silika yang larut akan semakin banyak HCA yang terbentuk, begitu juga sebaliknya.

2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah terdapat perbedaan persentase pembentukan HCA pada *bioactive glass* dari abu ampas tebu dengan suhu sintering silika 1000 °C dan 1500 °C, yaitu *Bioactive glass* silika abu ampas tebu dengan suhu sintering 1000 °C 4 jam menghasilkan HCA lebih banyak jika dibandingkan dengan sintering 1500 °C 4 jam.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *the post test with control group design*, yaitu melakukan pengamatan atau pengukuran setelah perlakuan lalu hasilnya dibandingkan dengan kontrol.

3.2 Tempat

1. Sintering abu ampas tebu suhu 1500 °C dan suhu 1000 °C di Laboratorium Engineering Hasil Pertanian Fakultas Teknik Pertanian Universitas Jember
2. Pembuatan prekursor silika, pembuatan *bioactive glass* dari abu ampas tebu dan penelitian sampel dilakukan di Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember
3. Pembuatan cairan tubuh buatan dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember
4. Uji XRF di Laboratorium Sentral dan Mineral Universitas Negeri Malang
5. Uji FTIR di Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember
6. Uji SEM dilakukan di Laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember

3.3 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai Desember 2019

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

1. Suhu sintering abu ampas tebu

3.4.2 Variabel Terikat

1. Persentase area pembentukan HCA

3.4.3 Variabel Terkendali

1. Suhu ruangan proses pembuatan prekursor silica
2. Suhu ruangan proses pembuatan *bioactive glass*
3. Cara manipulasi *glass ionomer*
4. Suhu perendaman

3.4.4 Variabel Antara

1. Kadar silika abu ampas tebu
2. Bentuk kristal silika abu ampas tebu

3.5 Definisi Operasional

1. Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu adalah sisa pembakaran ampas tebu yang selanjutnya disintering dengan suhu 1000 °C dan 1500°C.

2. Silika

Silika adalah bahan penyusun *bioactive glass* yang diekstrak dari abu ampas tebu melalui proses sintering, pretreatment dan pembuatan prekursor silika.

3. *Bioactive Glass* dari Abu Ampas Tebu

Bioactive glass adalah produk yang dihasilkan dari abu ampas tebu yang telah disintering, kemudian dibuat menjadi bahan *bioactive glass* dengan teknik sol-gel.

4. Sintering

Sintering adalah proses pemanasan menggunakan *furnace* bersuhu 1000°C dan 1500°C dengan waktu *holding* 4 jam yang bertujuan untuk menghilangkan karbon dari hasil pembakaran ampas tebu yang tidak sempurna.

5. Waktu *Holding*

Waktu *Holding* merupakan waktu yang dibutuhkan abu ampas tebu dipertahankan dalam *Furnace* dengan suhu 1000°C dan 1500°C

6. Core

Core merupakan padatan berbentuk silinder yang terbuat dari *Glass Ionomer Cement* (GIC) dengan ukuran diameter 3 mm dan tinggi 5 mm. Selanjutnya *core* digunakan sebagai tempat pelekatan HCA yang akan diamati menggunakan SEM. Penggunaan *core* ini adalah 1x24 jam setelah manipulasi GIC.

7. Area Pembentukan HCA

Area pembentukan HCA merupakan struktur yang terbentuk pada permukaan *core glass ionomer* berupa peninggian menyerupai bentukan batuan kerang setelah bahan *bioactive glass* bereaksi dengan cairan tubuh buatan yang selanjutnya dibuktikan dengan uji FTIR dan diamati menggunakan uji SEM.

3.6 Sampel Penelitian

3.6.1 Kriteria Sampel Penelitian

- Sampel berupa serbuk *bioactive glass* dari abu ampas tebu yang telah disaring menggunakan ayakan 200 mesh.
- Serbuk *bioactive glass* ditimbang dengan berat 0,25 gram pada masing-masing sampel.

3.6.2 Besar Sampel

Jumlah Sampel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan rumus:

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

Keterangan :

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

n = Besar sampel minimum

σ = Standart deviasi sampel

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

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

$$n = 1,96^2$$

z = Konstanta pada tingkat kesalahan tertentu, jika $\alpha = 0,05$ maka $z = 1,96$ (Budiarto, 2002).

$$n = 3,84$$

$$n = 4$$

3.6.3 Pengelompokan Penelitian

Kelompok penelitian terdiri dari satu kelompok kontrol dan dua kelompok perlakuan sebagai berikut :

- a. Kelompok kontrol 1 (C) merupakan *core* dari *glass ionomer* yang direndam selama 7 hari dalam cairan tubuh buatan dalam suhu 36,5 °C.
- b. Kelompok perlakuan 1 (P1) merupakan *core* dari *glass ionomer* yang direndam selama 7 hari dalam campuran cairan tubuh buatan dan bahan *bioactive glass* dari abu ampas tebu yang disintering dengan suhu 1000°C dengan waktu *holding* 4 jam
- c. Kelompok perlakuan 2 (P2) merupakan *core* dari *glass ionomer* yang direndam selama 7 hari dalam campuran cairan tubuh buatan dan bahan *bioactive glass* dari abu ampas tebu yang disintering dengan suhu 1500°C dengan waktu *holding* 4 jam

3.7 Alat dan Bahan Penelitian

3.7.1 Alat :

- a. Oven
- b. Saringan 200 mesh
- c. Mortar dan Pastel
- d. Kertas saring Whatman No. 42
- e. pH meter elektrik
- f. Timbangan elektrik (4 angka dibelakang koma)
- g. Pengaduk Magnet (Wisester)
- h. *Beaker Glass* (200 ml, 400 ml, 500 ml, dan 1000ml)
- i. Pipet tetes
- j. Cawan Porselin
- k. Corong
- l. *Furnace* 1000 °C
- m. *Furnace* 1500 °C
- n. Alat uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

- o. Alat uji X-ray Diffraction (XRD)
- p. Alat uji X-ray Fluorescence (XRF)
- q. Alat uji FTIR
- r. Sedotan plastic dengan diameter 3 mm
- s. Gunting
- t. *Plastic filling instrument*
- u. Petridish
- v. Eppendorf *tube* 2 ml

3.7.2 Bahan :

- a. Abu ampas tebu
- b. HCl 0.1 M
- c. NaOH 2 N
- d. Etanol 96%
- e. HNO₃ 2M
- f. P₂O₅
- g. Ca(NO₃)₂ 4 H₂O
- h. Aquades
- i. *Simulated Body Fluid (SBF)*
- j. (CaOH)₂
- k. Alkohol 70%
- l. Aluminium Foil
- m. *Core dari glass ionomer*

3.8 Cara Kerja

3.8.1 Tahap Persiapan

- a. Uji Identifikasi Tebu

Identifikasi tanaman tebu dilakukan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi MIPA Universitas Jember

- b. Sterilisasi Alat

Alat-alat berbahan plastik dicuci bersih menggunakan sabun, dikeringkan kemudian direndam alkohol 70% selama 15 menit, untuk alat-alat yang

terbuat dari logam dicuci bersih menggunakan sabun dan disterilkan dengan oven selama 15 menit dengan suhu 121 °C (Lugito, 2013).

3.8.2 Pembuatan Abu Ampas Tebu

Pembuatan abu ampas tebu dilakukan dengan membakar ampas tebu yang telah kering sampai menjadi abu. Pembakaran tersebut akan menghasilkan warna abu yang berwarna kehitaman, hal tersebut menandakan masih banyak kandungan karbon didalamnya, sehingga diperlukan tahapan sintering untuk menghilangkan karbon. Prosedur pembakarannya adalah sebagai berikut:

1. Sebanyak 10 kg ampas tebu dikeringkan di bawah sinar matahari, kemudian dibakar dengan api selama 2 jam hingga terbakar secara keseluruhan dan menghasilkan abu ampas tebu.
2. Abu ampas tebu disintering dalam alat furnace bersuhu 1000 °C dan 1500 °C selama 4 jam.

2.8.3 Pretreatment prekursor silika

1. Abu ampas tebu yang telah disintering diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Hasil ayakan abu tersebut ditimbang dan diambil 25 gram.
2. 25 gram abu dimasukkan kedalam *beaker glass*, kemudian ditambahkan larutan HCL 150 ml 0.1 M, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet selama satu jam. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan logam lain selain silika yang terdapat pada abu.
3. Hasil pengadukan tersebut kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam.
4. Abu ampas tebu disaring menggunakan kertas saring dan dibilas dengan aquades hingga pH normal yaitu 7. Pengecekan pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter.
5. Mengeringkan abu ampas tebu dalam oven bersuhu 110⁰C selama 2 jam, kemudian ditimbang.
6. Dilakukan uji XRF

3.8.4 Pembuatan prekursor silika

Pembuatan prekursor silika berupa natrium silika dapat dilakukan dengan prosedur berikut (Kristianingrum dkk., 2011: 284):

1. Abu yang akan digunakan pada tahap selanjutnya adalah 10 gram. Abu tersebut dimasukkan kedalam *beaker glass*, 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 larutan mendidih selama 60 menit.
2. Campuran di atas didinginkan hingga mencapai suhu kamar, kemudian disaring dengan kertas saring. Hasil dari penyaringan ini adalah filtrat berupa natrium silika basah.
3. Natrium silika dikeringkan dengan oven bersuhu 110°C selama 2 jam sehingga terbentuk natrium silika kering yang siap digunakan sebagai prekursor silika dalam pembuatan *bioactive glass* dari abu ampas tebu.

3.8.5 Prosedur Pembuatan *Bioactive Glass* dari Natrium Silika

Prosedur selanjutnya adalah membuat *bioactive glass* dari natrium silika. Prosedur pembuatan *bioactive glass* dari natrium silika sebagai berikut (Adams dkk., 2013) :

1. Natrium silika ditimbang sebanyak 5 gram, kemudian dimasukkan kedalam *beaker glass*, dicampur dengan 15 ml aquades, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet.
2. Sebanyak 2,5 ml etanol 96% ditambahkan pada campuran di atas, dan tetap diaduk.
3. HNO_3 2 M kemudian ditambahkan sampai pH larutan menjadi normal yaitu 7. Pengecekan pH dilakukan menggunakan alat pH meter. Campuran di atas tetap diaduk secara otomatis selama 1 jam.
4. Sebanyak 0,5 gram P_2O_5 (*phosporus pentoxide*) ditambahkan kedalam campuran di atas dan tetap diaduk selama 45 menit.
5. Selanjutnya ditambahkan 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. Terakhir campuran tersebut diaduk selama 1 jam sampai terbentuk gel dan kemudian didiamkan selama 5 hari dalam suhu ruang.
7. Campuran tersebut dikeringkan dalam oven bersuhu 60°C selama 72 jam.
8. Pengeringan akhir dilakukan menggunakan alat *furnace* dengan suhu 700°C selama 5 jam.
9. *Bioactive glass* digerus dan diayak menggunakan ayakan 200 mesh dan diletakkan ke dalam botol kecil.

3.8.6 Pembuatan Cairan Tubuh Buatan (Purnama dkk., 2006)

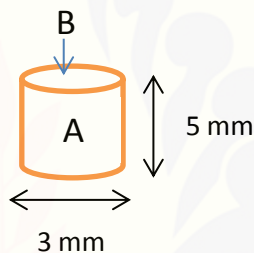
1. Cairan tubuh buatan ini disusun dengan menggunakan reagen yang terdiri dari NaCl 99,5 % 6,547 gram, NaHCO_3 99,5% 2,268 gram, KCL 99% 0,373 gr, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 99,5% 0.178 gram, $\text{MgCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 98% 0.305 gram, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,368 gram, Na_2SO_4 0,071 gram, $(\text{CH}_2\text{OH})_3\text{CNH}_2$ 99,2% 6,057 gram, HCl 1 M 40 gram.
2. Menyiapkan 200 mL air dalam *beaker glass* yang *distirrer* dengan suhu 35°C .
3. Memasukkan reagen satu persatu kedalam *beaker glass* sesuai urutan pada prosedur no 1 kecuali HCl. Dalam pencampuran masing-masing bahan diberi jeda waktu 2 menit, hal tersebut bertujuan agar tiap bahan dapat larut sempurna.
4. pH diatur sehingga menjadi 7,4 dengan cara menambahkan HCl 1 M sedikit demi sedikit
5. Suhu larutan selama pengadukan dipertahankan pada 35°C .

3.8.7 Manipulasi *glass ionomer* sebagai *core*

Core dari *glass ionomer* berbentuk silinder padat memiliki 3 permukaan yaitu permukaan luar (A) dan permukaan atas/bawah (B) dapat dilihat pada gambar 3.1. prosedur manipulasi *glass ionomer* sebagai *core* adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan powder 2 sendok peres *glass ionomer* dan 1,5 tetes asam poliakrilat sesuai takaran pabrik diatas *papper pad*

2. Mencampurkan powder dan liquid dengan cara membagi dua powder kemudian menarik powder kearah liquid dan mengaduk dengan gerakan melipat-lipat menggunakan spatula agate hingga homogen (membutuhkan waktu ± 1 menit)
3. Memasukkan hasil campuran kedalam cetakan silinder dengan diameter 3 mm dan tinggi 5 mm
4. Memadatkan bahan sampai memenuhi seluruh permukaan cetakan menggunakan *plastic filling instrument*
5. Memeriksa kekerasan *core* menggunakan sonde
6. Melepaskan *core* dari cetakan setelah setting
7. Menyimpan *core* dalam petridish selama 24 jam sampai *setting* sempurna.



Gambar 3.1 Model *core glass ionomer*

3.8.8 Tahap Perendaman dalam Cairan Tubuh Buatan

1. Pada kelompok kontrol (K), memasukkan cairan tubuh buatan kedalam eppendorf *tube* sampai 1 ml selanjutnya *core* dari *glass ionomer* dimasukkan kedalam eppendorf kemudian ditutup.
2. Pada kelompok perlakuan 1 (P1), memasukkan cairan tubuh buatan kedalam eppendorf *tube* sampai 1 ml, kemudian menambahkan 0,25 gram *bioactive glass* dari abu ampas tebu yang disintering dengan suhu 1000 °C kedalam eppendorf *tube* sambil diaduk, selanjutnya *core* dari *glass ionomer* dimasukkan kedalam eppendorf kemudian ditutup.
3. Pada kelompok perlakuan 2 (P2), memasukkan cairan tubuh buatan kedalam eppendorf *tube* sampai 1 ml, kemudian menambahkan 0,25 gram *bioactive glass* dari abu ampas tebu yang disintering dengan suhu 1500 °C kedalam eppendorf *tube* sambil diaduk, selanjutnya *core* dari *glass ionomer* dimasukkan kedalam eppendorf kemudian ditutup.

4. Memasukkan seluruh eppendorf *tube* kedalam oven dan mempertahankannya dalam suhu yaitu 36,5 °C selama 7 hari.
5. Mengeluarkan eppendorf *tube* dari oven
6. Sampel dikeluarkan dari eppendorf *tube* menggunakan pinset kemudian dicuci dengan hati-hati menggunakan akuades dan mengeringkan sampel dalam suhu ruang.
7. Sampel dilakukan uji FTIR dan SEM untuk melihat area pembentukan HCA pada permukaan sampel.

3.8.9 Analisis Pembentukan Hydroxycarbonate apatit (HCA)

3.8.9.1 Uji SEM

1. Meletakkan sampel pada *holder* menggunakan *carbon tape* dengan posisi permukaan A (Gambar 3.1) berada diatas
2. Memasukkan sampel ke dalam mesin SEM kemudian melakukan analisa pembentukan HCA dengan membandingkannya dengan kontrol.
3. *Capture* gambar SEM untuk penghitungan persentase area pembentukan HCA

3.8.9.2 Uji FTIR

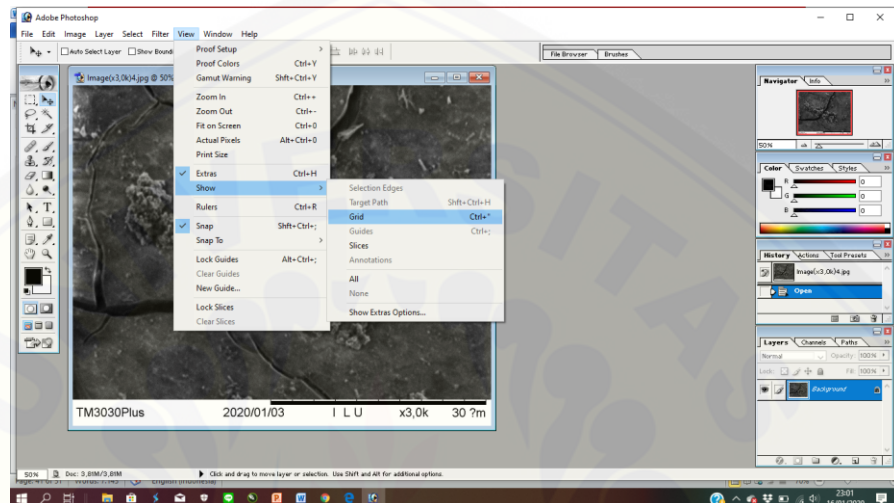
Sampel dilakukan uji FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi HCA pada permukaan sampel. Tahap pengujian FTIR adalah sebagai berikut:

1. Mengambil satu sampel dari setiap kelompok, yang berupa silinder padat yang memiliki 3 permukaan yaitu permukaan luar (A) dan permukaan atas/bawah (B) (Gambar 3.1).
2. Pengamatan dilakukan pada permukaan A
3. Meletakkan sampel pada tempat sampel
4. Melakukan intepretasi hasil yang tampak pada monitor.

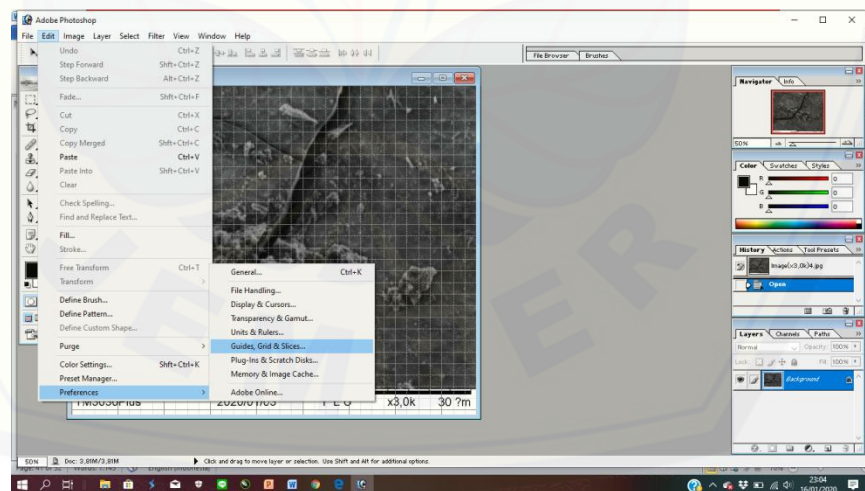
3.8.9.3 Penghitungan Persentase Area pembentukan HCA

Penghitungan persentase area pembentukan HCA pada gambar hasil SEM dengan metode *scoring* menggunakan aplikasi *software* adobe photoshop dilakukan oleh 3 pengamat dengan dengan cara sebagai berikut :

1. Membuka aplikasi *software* adobe photoshop
2. Klik File → Open → pilih gambar SEM yang akan dianalisis dalam bentuk JPG → Open
3. Setelah ga,bar SEM yang akan dianalisis sudah terbuka klik View → Show → Grid



4. Mengatur ukuran kamar hitung dengan cara klik View → Show → Guides, Grid, Slices



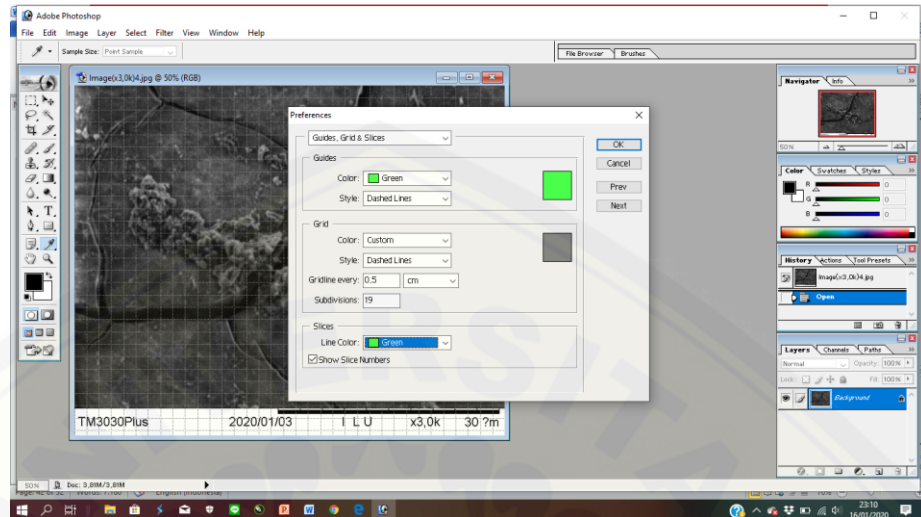
5. Mengatur kriteria grid dengan panduan sebagai berikut :

Color : Hijau (untuk mempermudah analisis dianjurkan warna terang seperti merah, hijau, atau biru)

Style : Dashed Lines

Gridline every : 0,5 cm

Subdivision : 19



6. Kriteria scoring adalah sebagai berikut :
 - 0: tidak terbentuk HCA
 - 1: terbentuk HCA <1/3 kotak
 - 2: terbentuk HCA >1/3 dan <2/3 kotak
 - 3: terbentuk HCA >2/3 dan < penuh
 - 4: terbentuk HCA penuh pada seluruh kotak
7. Menjumlahkan seluruh skor kemudian menghitung persentase dengan rumus sebagai berikut:

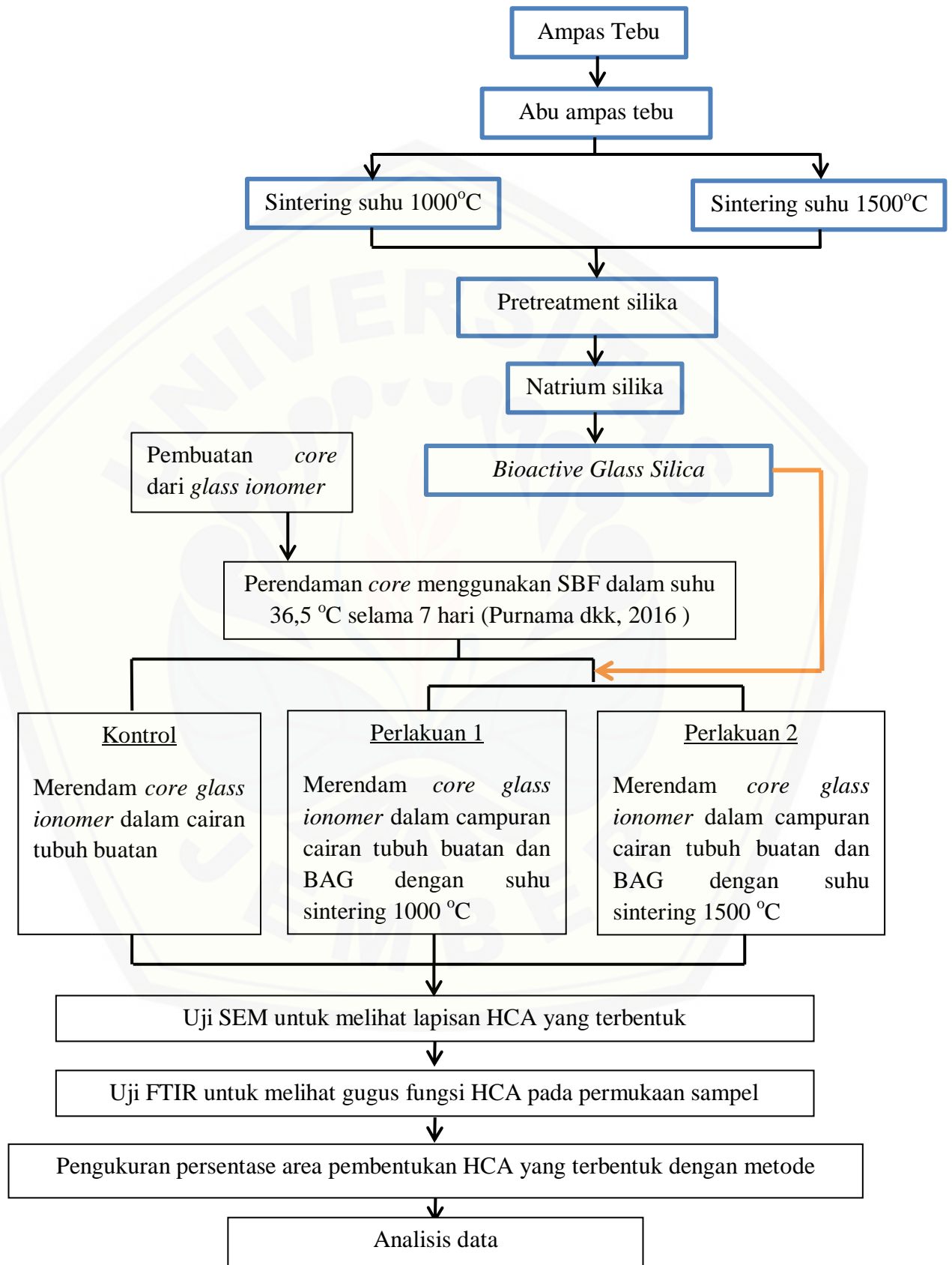
$$\% = \frac{\text{total skor}}{4 \times \text{jumlah kotak}} \times 100\%$$

3.9 Analisis Data

Data yang diperoleh dilakukan uji normalitas menggunakan uji *shapiro wilk* dan uji homogenitas menggunakan uji *levene* dengan menggunakan SPSS. Nilai signifikansi (p) $> 0,05$ menunjukkan data berdistribusi normal dan homogen. Selanjutnya dilakukan uji statistik parametrik menggunakan uji *one way annova* dan dilanjutkan dengan uji *Least Significance Different (LSD)* untuk mengetahui adanya perbedaan dan letak berbedaannya pada masing-masing kelompok.



3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Alur Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat perbedaan area pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) yang signifikan antara kelompok yang direndam dengan *bioactive glass* dari abu ampas tebu yang disintering dengan suhu 1000 °C dengan kelompok yang direndam dengan *bioactive glass* dari abu ampas tebu yang disintering dengan suhu 1500 °C.
2. Pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) kelompok yang direndam dengan *bioactive glass* dari abu ampas tebu yang disintering dengan suhu 1000 °C lebih tinggi daripada kelompok yang direndam dengan *bioactive glass* dari abu ampas tebu yang disintering dengan suhu 1500 °C.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan uji lanjutan menggunakan SEM-EDX untuk membuktikan bahwa struktur yang terbentuk pada permukaan *core glass ionomer* merupakan HCA.
2. Perlu dilakukan metode *scoring* HCA yang lain yang lebih efektif dan akurat.
3. Perlu adanya bahan tambahan untuk memurnikan silika dari abu ampas tebu.
4. Perlu dilakukan kajian mengenai kekristalan abu ampas tebu setelah sintering.
5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang perbedaan karakteristik *hydroxycarbonate apatite* (HCA) yang terbentuk pada masing-masing kedua kelompok perlakuan.
6. Perlu dilakukan penelitian dengan penambahan dosis dan penambahan waktu perendaman *bioactive glass*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, Z.M.E., Bahrololoom, M.H. Shariat dan R Bagheri. 2015. *Bioactiveglasses in dentistry a review. Journal of Dental Biomaterials.* 2(1):1-9.
- Agung, G.F., Hanafie, R.M., dan Mardina, P. 2013. Ekstraksi silika dari abu sekam padi dengan pelarut koh. *Konversi.* 2(1). 28-31.
- Akhinov, A. F and Puspaning, D. 2010. Sintesis silika aerogel berbasis abu bagasse dengan pengeringan pada tekanan ambient. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010, ISSN: 1411-4216.
- Amrulloh, Hanif. 2014. Sintesis Zeolit Berbasis Silika Sekam Padi dengan Metode Elektrokimia Sebagai Adsorben Rhodamin B. *Skripsi.* Bandar Lampung: Departemen Kimia FMIPA Universitas Lampung.
- Annusavice, K. J. 2012. Philips Science of Dental Material 12th ed Will Saunders Corp. p. 470489
- Arrifin, K. S. 2004. What is silica?. *EBS 425 Mineral Perindustrian:* 1-7.
- Bragmann, C.P and Goncalves, M.R.F. 2006. Thermal insulators made with rice husk ashes: production and correlation between properties and microstructure. Brasil: Department of materials, school of engineering, federal university of rio grande do sul,.
- Cerruti, M.G. 2004. Characterization of bioactive glasses : Effect of the immersion in solutions that simulated body fluids. *PhD thesis in Chemical Science.* University of Turin. Italy
- Chandra, A., Miryanti, Y.I.P.A., Widjaja, L.B., dan Pramudita, A. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Silika dari Sekam Padi, Universitas Katolik Prahayangan.
- Cheng, T.; Tang, B.; Xu, A.; Chang, G.; Hu, Z.; He, W.; Xing, Z.; Xu, J.; Wang, M.; Wang, S. 2012. Promising plasmid DNA vector based on APTES-modified silica nanoparticles. *Artikel Dovepress,* 7. 1061-1067
- Coates, John. 2000. Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach. *Encyclopedia of Analytical Chemistry.* R.A. Meyers (Ed.) Copyright John Wiley & Sons Ltd.
- Dahlia, Dian.,S Sembiring., dan W.Simanjuntak. 2013. Pengaruh suhu sintering terhadap karakteristik fisis komposit mgo-si berbasis silika sekam padi. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika.*1(1):49-52.

- Damiyanti, E., Sembiring, S., Simanjuntak, W. 2012. Pengaruh suhu sintering terhadap karakteristik struktur dan mikrostruktur komposit mgo-sio₂ berbasis silika sekam padi. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. 1(1), 13-17.
- Fadhlulloh, M. A., Rahman, T., Nandiyanto, A. B. D., Mudzakir, A. Review tentang sintesis sio₂ nanopartikel. 2014. *Jurnal Integrasi Proses*. 5(1). 30 – 45.
- Farooq, I., Zonera I., Umar F., Ali L., Humera A. 2012. Review Article. Bioactive Glass: A Material for the Future. *World Journal of Dentistry*. 3(2):199-201.
- Fatimah. 2017. Ekstraksi dan dealuminasi silika dari abu ampas tebu (bagasse ash) dengan perlakuan asam nitrat sebagai prekursor utama sintesis zeolit zsm-5. *Skripsi*. Bandar Lampung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
- Ferracane, J. L., Paul, R. C., dan Anthony, J. S. 2010. Can interaction of materials with the dentine-Pulp complex contribute to dentine regeneration?. *Odontology*. (98): 2-14.
- Fitriyani, L. 2012. *Pengelolaan Tanaman Tebu*. Bandar Lampung: Politeknik Negeri Lampung.
- Galliker, P.; Hommes, G.; Schlosser, D.; Corvini, P. F. X.; Shahgaldian, P. 2010. Laccase-modified silica nanoparticles efficiently catalyze the transformation of phenolic compounds. *Elsevier*. 349. 1-8.
- Hanafi A., Nandang A. 2010. Studi pengaruh bentuk silika dari abu ampas tebu terhadap kekuatan produk keramik. *Jurnal Kimia Indonesia*. 5(1): 35-38.
- Hartiningsih, T. 2013. Pengaruh variasi temperatur kalsinasi pasir silika sebagai bahan komposit anti korosi, Surabaya: ITS.
- Helwani, Z., Othman, M.R., Aziz, N., Fernando, W.J.N., and Kim, J. 2009. Technologies for production of biodiesel focusing on green catalytic techniques: a review. *Fuel Process Technology*. 90. 1502-1514.
- Hidayati, D. S.N., Kurniawan, S., Restu. N. W., Ismuyanto, B. 2016. Potensi ampas tebu sebagai alternatif bahan baku pembuatan karbon aktif. *NATURAL B*. 3 (4): 311-317
- Indrawanto, C., Purwono, Siswanto, M. Syakir, dan W. Rumini. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Tebu*. Jakarta: ESKA Media.
- James, G. 2004. *Sugarcane*. Blackwell Publishing Company. UK: Oxford OX4 2Dq, 216 hlm.
- Jones, Julian R.2013. Review of bioactive glass: From Hench to hybrids. Department of Materials, Imperial College London, South Kensington Campus, London.

- Kamitakahara, M., Kawashita, M., Kokubo, T., Nakamura, T. 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.
- Kazmi, S. M. S., Saleem, M.A., Munir, M. J., Khitab, A. 2016. Manufacturing of sustainable clay bricks: Utilization of waste sugarcane baggase and rice husk ashes. *Construction and Building Materials*. 120. 29-41.
- Keramik Jurnal Kimia Indonesia Vol. 5 (1), 2010, h.35- 38.
- Kontonasaki, E., Zorba, T., Papadopoulou, L., Pavlidou, 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.* 32(11): 1165-1171
- Krishnan, V. dan T. Laksmi. 2013. Bioglass: a novel biocompatible innovation. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*. 4(2): 78-83. Chennai: Department of Oral Medicine and Radiology, SRM Kattankulathur Dental College and Hospitals.
- Kristianingrum, S., Siswani, E. D., Fillaeli, A. 2011. Pengaruh jenis asam pada sintesis silika gel dari abu bagasse dan uji sifat adsorptifnya terhadap ion logam tembaga (ii). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta
- Kumar, A., Choudhary, V., Negi, Y.S., Bhardwaj, N. K. 2014. Sugarcane bagasse: a promising source for the production of nanocellulose. *Journal of Polymer and Composite*. 2(3): 23-27.
- Le, V. H.; Thuc, C. N. H.; Thuc, H. H. 2013. Synthesis of silica nanoparticles from Vietnamese rice husk by sol-gel method: artikel. *Springer*. 8(58). 1-10.
- Leovici, Helena. 2012. Pemanfaatan Blotong pada Budidaya Tebu (*Saccharum officinarum* L) di Lahan Kering. *Makalah Seminar Umum*. Yogyakarta: Forum Studi Fakultas Pertanian. Universitas Gajah Mada. 19 Desember 2012.
- Lestari, Sri., Aju D. W., Annisa, K., Hidayatul, F. Kebocoran tepi restorasi semen ionomer kaca dengan bahan fuji® ii, fuji®vii (white) dan fuji® vii (pink). *Jurnal Stomatognati Kedokteran Gigi Universitas Jember*. 9(1): 23-27.
- Liu, Y., Tourbin, M., Lachaize, S., Guiraud, P. Silica nanoparticles separation from water: Aggregation by cetyltrimethylammonium
- Lugito, M. D. H. 2013. Kontrol infeksi dan keselamatan kerja dalam praktek kedokteran gigi. *Jurnal PDGI*. 62(1): 24-30.

- Mabrouk, m., Selim., Hanan, b., dan El-Gohary, M. I. 2012. Effect of incorporation of nano bioactive silica into commercial glass ionomer cement (GIC). *Journal of Geneti Engineering and Biotechnology*.(10) : 113-119
- Mirsa, S.E., Mohn, D., Brunner, T. J., Philip, S. E., Roy, L., Salih, V., Knowles, J. C., Boccaccini, A. R.. 2008. Comparison of nanoscale and microscale bioactive glass on the properties of P(3HB)/Bioglass composite. Imperia College; London
- Moises, M. P., Cleiser, T. P. S., Meneguín, J.G., Giroto, E.M., dan Radovanoic, E. 2013. Synthesis of Zeolit NaA from Sugarcane Bagasse Ash. *Materials Letters*. 108. 243-246.
- Monalisa, Yoza.,D. Djamas dan Ratnawulan. 2013. Pengaruh suhu variasi *annealing* terhadap struktur dan ukuran butir silika dari abu tongkol jagung menggunakan *X-Ray diffractometer*. *Pillar of Physics*.1:102-110.
- Moustafa, Y., El-Egili, K., 1998. Infrared spectra of sodium phosphate glasses. *Journal of Non-Crystalline*. (240): 144-153
- Mujiyanti, D. R., Kunarti, E., Nuryono, N. 2010. Sintesis dan karakterisasi silika gel dari abu sekam padi yang diimmobilisasi dengan 3-(trimetoksisilil)-1-propantiol. *Jurnal Sains dan Terapan*. 4(2): 150-167.
- Naafi, Andita A. 2017. TiO₂-SiO₂ Hasil Sintesis dari Abu Daun Bambu dan Prekursor Titanium (IV) Butoksida Sebagai Fotokatalis. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Naufalin, N.B. 2018. Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite* Pada *Bioactive Glass Nano Silica* Abu Ampas Tebu Dengan Polisakarida Rumput Laut Merah. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Nazriati, S., Heru, S., Winardi, R., Arizanova, V.E. Eka. 2011. Sintesis silika aerosol dengan bahan dasar abu baggase. *Reaktor*. 13(4).
- NIOSH. 2002. *Hazard Review: Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica*. (DHHS (NIOSH) Publication No. 2002-129). Cincinnati, OH, 145.
- Nourmohammadi, J., Sadrnezhaad, S.K. 2008. Bone-like apatite layer formation on the new resin-modified glass-ionomer cement. *J Mater Sci: Mater Med*.19: 3507-3514
- P3GI. 2010. Laporan Produksi Giling Tahun 2009 PTPN/PT Gula di Indonesia. Pasuruan: Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI).
- Profetta, A.C., Prucher, G.M. 2015. Bioactive-glass in periodontal surgery and implant dentistry. *Dental Materials Journal*. 34(5);559-571

- Purnama, E. F., Nikmatin, S., Langenati, R. 2006. Pengaruh suhu reaksi terhadap derajat kristalinitas dan komposisi hidroksiapatit dibuat dengan mediaair dan cairan tubuh buatan (synthetic body fluid). *Indonesian Journal of Materials Science*. ISSN:1411-1098: 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.
- Sharma, Y. C., Bhaskar, S., John, K. 2007. Latest developments on application of heterogenous basic catalysts for an efficient and eco friendly synthesis of biodiesel: A review. *Fuel*. 90. 1309–1324.
- Sidhu, S. K., Nicholson, W. 2016. A review of glass-ionomer cements for Clinical dentistry. *Journal of Functional Biomaterials*. 7(16). www.mdpi.com/journal/jfb
- Singh, L. P.; Agarwal, S. K.; Bhattacharyya, S. K.; Sharma, U.; Ahalawat, S. 2011. Preparation of silica nanoparticles and its beneficial role in cementitious materials. *INTECH*. 1(1). 44-51.
- Souza, A.E., Teixeira, S.R., Santos, G.T.A., Costa, F.B., and Longo, E. 2011. Reuse of sugarcane bagasse ash (scba) to produce ceramic materials. *Journal of Environment Management*. 92, 2774-2780.
- Suprastiwi, Endang. 2009. Potensi semen ionomer kaca sebagai material bioaktif. *Jurnal PDGI*. 58(2): 32-39.
- Usman, A. M., A. Raji, N. H. Waziri, M. A. Hassan. 2014. A study on silica and alumina potential of the savannah bagasse ash. *Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*. 11(3): 48-52. e-ISSN: 2278-1684, pISSN: 2320-334X.
- Wibawa, A., Sumardani, E. T., Mursito, A. T. 2015. Pengaruh variasi temperatur pada proses kalsinasi silika amorf dari PLTP dieng. Pemaparan Hasil Penelitian Geoteknologi. ISBN 978- 979-8636-30-1.
- Yensya, Bimo. 2019. Analisis Pembentukan Hydroxycarbonate Apatite pada Bioactive Glass Nano Silica Abu Ampas Tebu dengan Penambahan Polisakarida Red Seaweed. *Skripsi*. Jember: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Yulianti, I. T. 2017. Sintesis zsm-5 (zeolite secony mobile-5) dari silika ampas tebu (bagasse) menggunakan metode steam assisted conversion (sac). *Skripsi*. Bandar Lampung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

LAMPIRAN

Lampiran A. Surat Identifikasi Tanaman



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

Lampiran B. Surat Ijin Peminjaman Alat


KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
JURUSAN TEKNIK PERTANIAN

Kepada : Yth. Ketua Lab. Engineering Hasil Pertanian.....
 Jurusan Teknik Pertanian
 Fakultas Teknologi Pertanian
 Universitas Jember



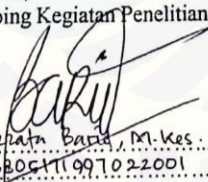
Schubungan dengan kegiatan mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Ufa Mayasari.....
 NIM : 1616101063.....
 Judul : Analisis Luas Pembentukan Hydroxycarbonate Apatite
Bioactive Glass Nanosilica Abu Ampas Tebu pada Suhu
Kalsinasi 1000°C dan 1500°C dengan Holding 4 Jam.....


Yang akan melaksanakan kegiatan Penelitian Karya Ilmiah Tertulis (KIT)/ Skripsi.
 Mohon perkenan Bapak/ Ibu*) memberi ijin penggunaan fasilitas laboratorium
Engineering Hasil Pertanian.....
 antara lain peminjaman : Alat Furnace.....

 Lama Peminjaman :
 Demikian, terima kasih atas perhatiannya.

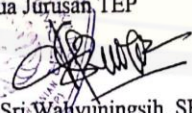
Mengetahui,
 Pembimbing Kegiatan Penelitian


 (... drg. Izzati Barid, M.Kes..).....
 NIP. 19620511097022001.....


Jember, 20 September 2019
 Mahasiswa


 (... Ufa Mayasari).....
 NIM. 1616101063.....

Persetujuan,
 Ketua Jurusan TEP


 (... Dr. Sri Wanyuningsih, SP., MT..).....
 NIP. 197211301999032001

Ketua Lab. Engineering Hasil Perta


 (... Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng.)
 NIP. 196910051994021001.....

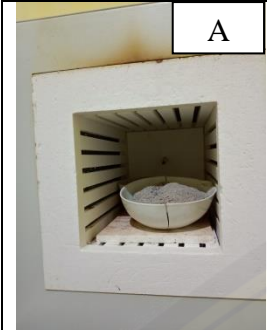
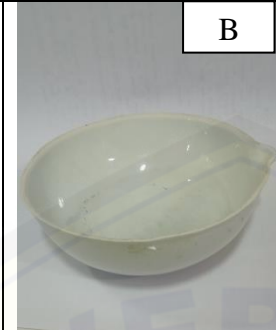
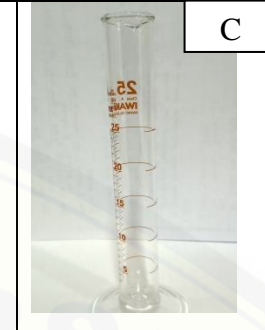
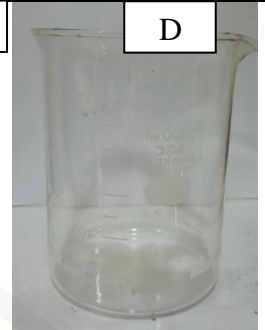


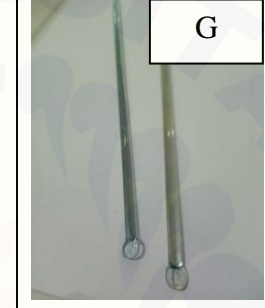
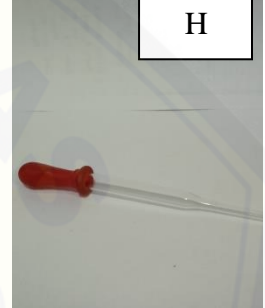
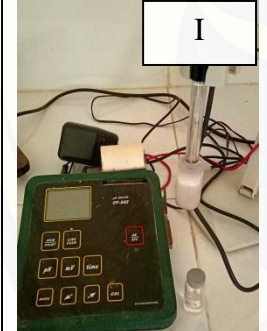
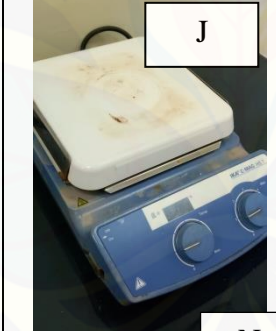


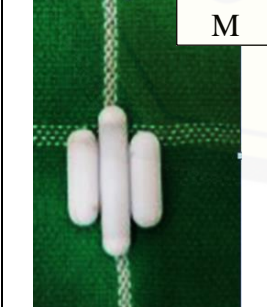
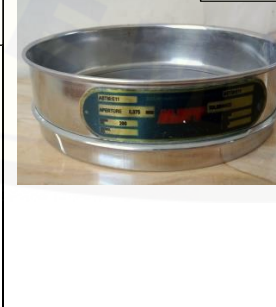

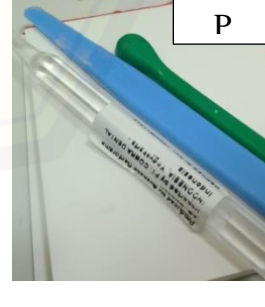
Catatan:
 Penelitian hanya dapat dilakukan saat jam kerja
 Diluar jam kerja mahasiswa harus berkonsultasi dengan teknisi
 *) Coret yang tidak perlu

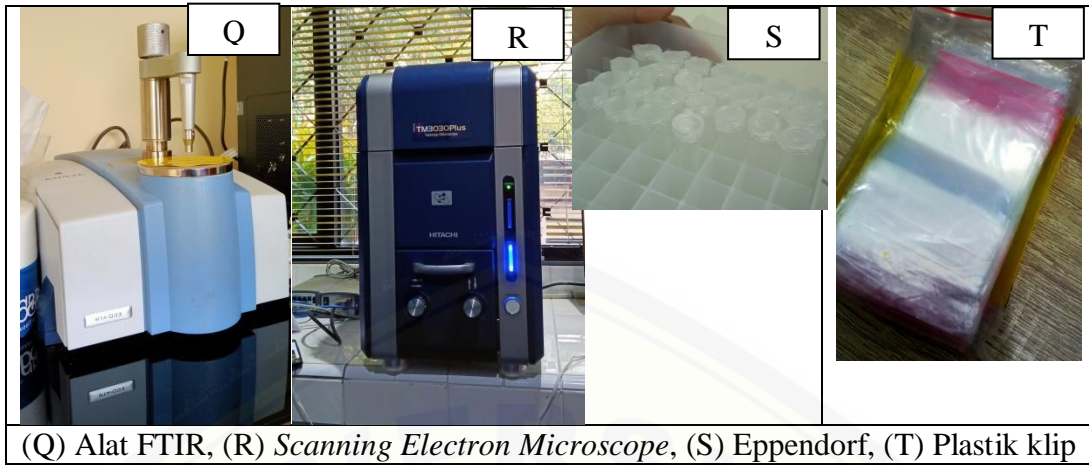
Lampiran C. Surat Ijin Penelitian

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI Jl. Kalimantan No. 37 Jember ☎(0331) 333536, Fak. 331991	
Nomor	: 6035/UN25.8.TL/2019	27 SEP 2019
Perihal	: Ijin Penelitian	
<p>Kepada Yth Ketua Bagian Farmasetika Laboratorium Biofarmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember Di Jember</p>		
<p>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:</p>		
1	Nama	: Ulfa Mayasari
2	NIM	: 161610101063
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	: Analisis luas pembentukan <i>Hydroxycarbonate Apatite Bioactive Glass Nanosilica</i> Abu Ampas Tebu pada Suhu Kalsinasi 1000°C dan 1500°C dengan Holding 4 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 ₂ Abu Ampas Tebu terhadap pembentukan HCA karena pengaruh perbedaan sintering
11	Dosen Pembimbing	: 1. Dr. drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes 2. drg. Izzata Barid, M.Kes
<p>Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih</p>		
		 <u>Dr. Ulfa Mayasari Novita, Sp.OF (K)</u> NIP.196811251999032001
		

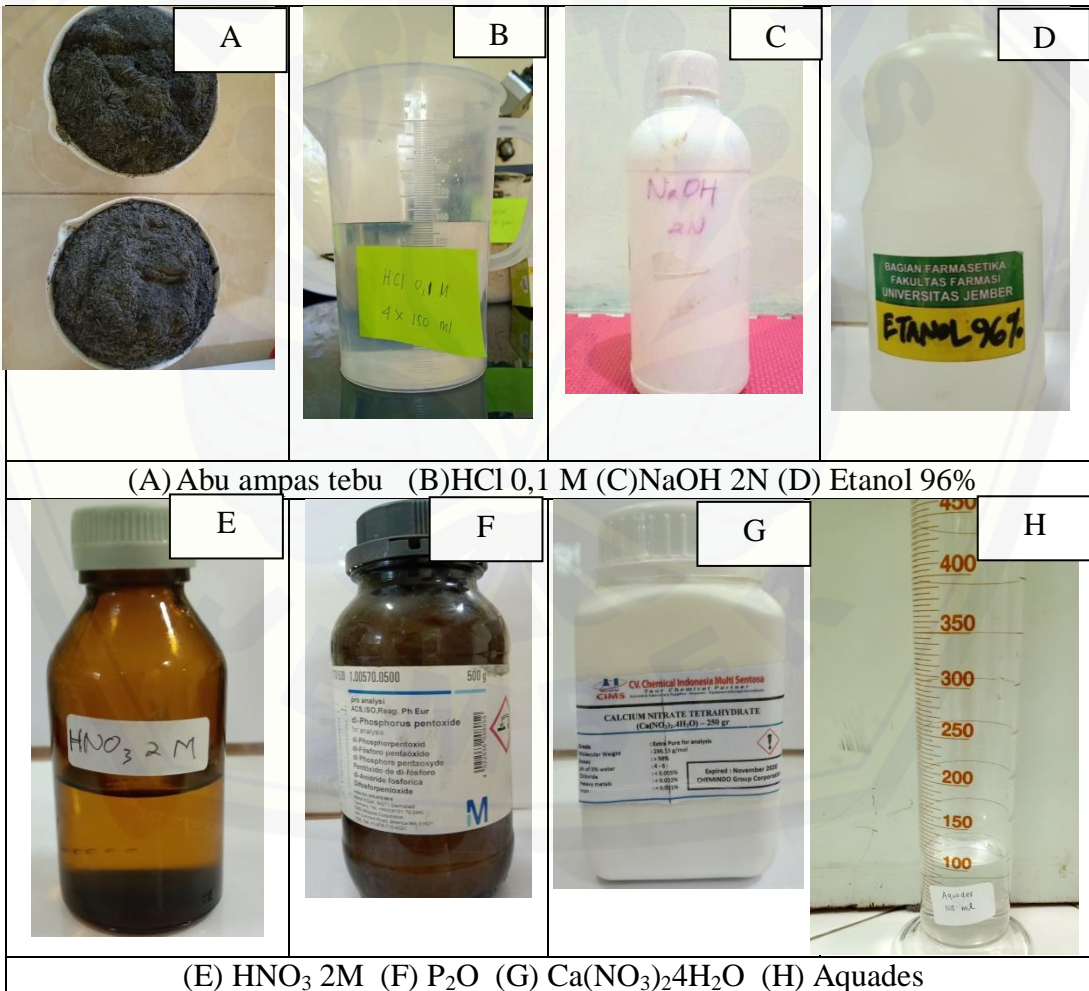
Lampiran D. Alat dan Bahan Penelitian

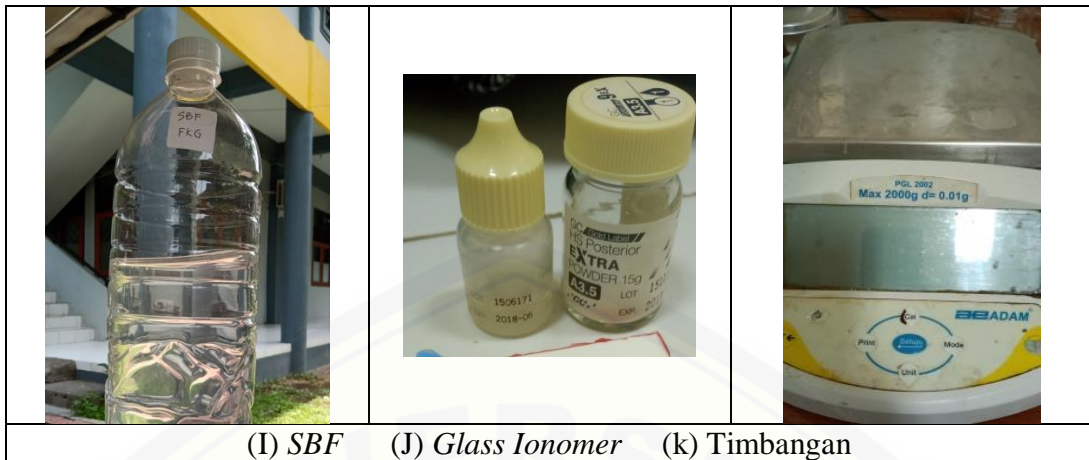
D.1 Alat Penelitian

 <p>A</p>	 <p>B</p>	 <p>C</p>	 <p>D</p>
<p>3.5.1.1 Furnace (B)Porcelain (C) Timbangan (D) Gelas ukur</p>			
 <p>E</p>	 <p>F</p>	 <p>G</p>	 <p>H</p>
<p>(E) Mortal Pastel (B) Corong (C) pengaduk kaca (D) Pipet tetes</p>			
 <p>I</p>	 <p>J</p>	 <p>K</p>	 <p>L</p>
<p>(M) pH meter (B)Alat pengaduk magnet (C) oven (D) Timbangan</p>			
 <p>M</p>	 <p>N</p>	 <p>O</p>	 <p>P</p>
<p>(M) Magnet stirer, (N) Ayakan 200 mesh, (O) kertas saring, (P) PFI, spatula agate, papper pad</p>			



D.2 Bahan Penelitian



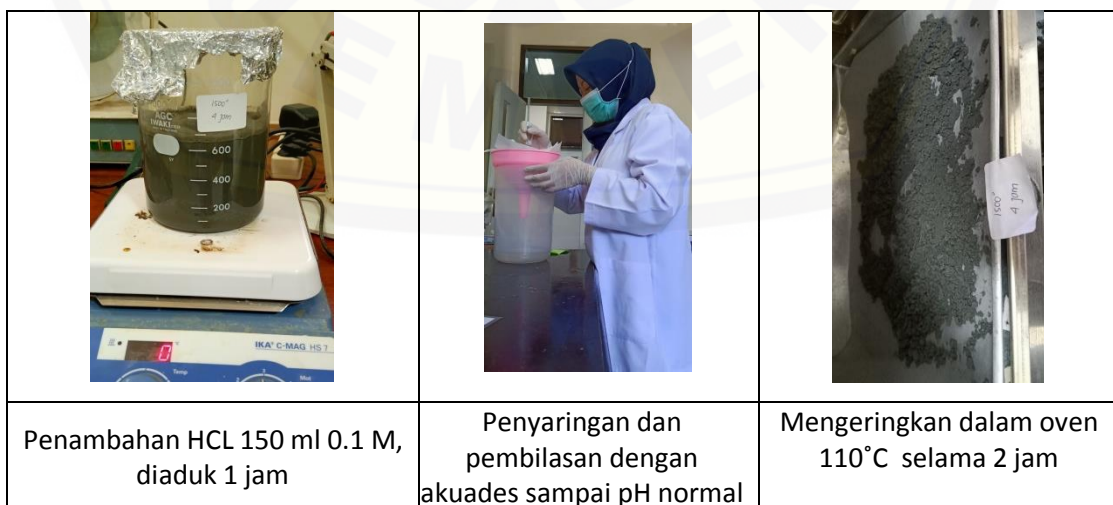


Lampiran E. Prosedur Penelitian

a. Pembuatan abu ampas tebu









b. Pretreatment silika



c. Prekursor silika berupa Natrium Silika

		
<p>Penambahan 60 ml NaOH 2 N, diaduk 1 jam sampai mendidih</p>	<p>Mengeringkan dalam oven 110°C selama 2 jam</p>	<p>Natrium silika kering</p>

d. Pembuatan *bioactive glass*

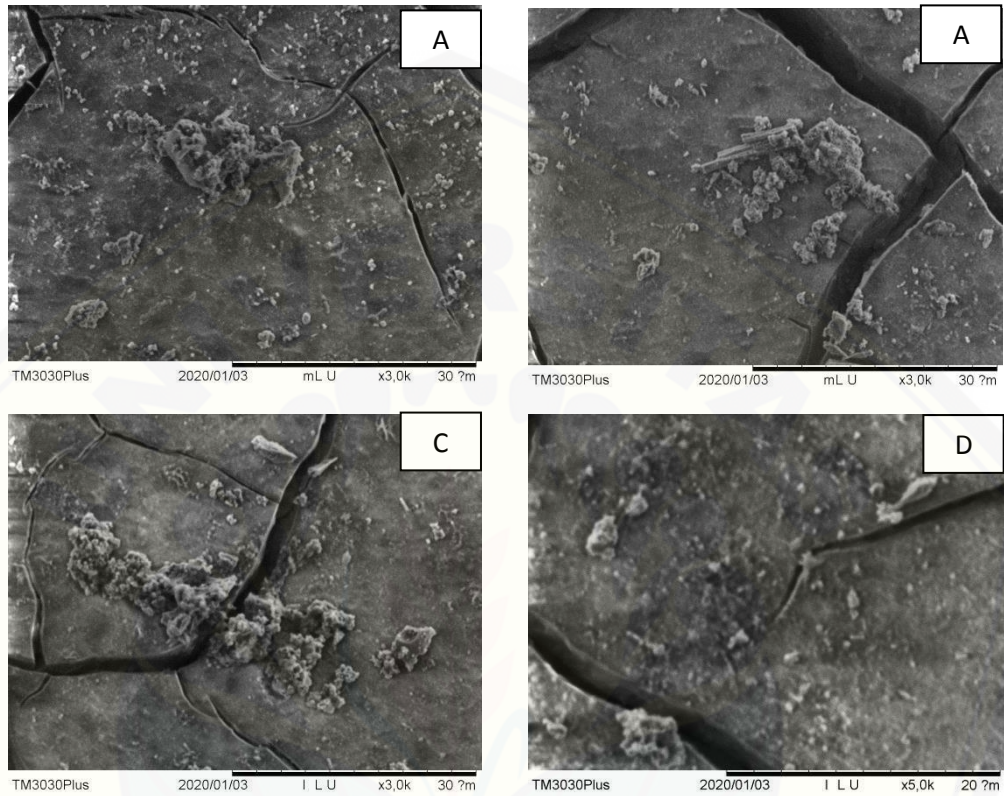
		
<p>Natrium silika 5 gram dicampur dengan 15 ml akuades</p>	<p>Penambahan 2,5 ml etanol 96%</p>	<p>HNO₃ 2 M sampai pH larutan menjadi normal</p>
		
<p>Penambahan 0,5 gram P₂O₅</p>	<p>penambahan 4,1 gram Ca(NO₃)₂.4H₂O</p>	<p>Mendiamkan selama 5 hari dalam temperatur ruang sampai terbentuk gel</p>

		
<p>Mengeringkan gel dalam oven 60°C selama 72 jam</p>	<p>furnace suhu 700°C selama 5 jam dan ayak dengan ayakan 200 mesh</p>	<p><i>Bioactive glass</i> disimpan dalam plastic klip</p>



Lampiran F. Hasil Penelitian

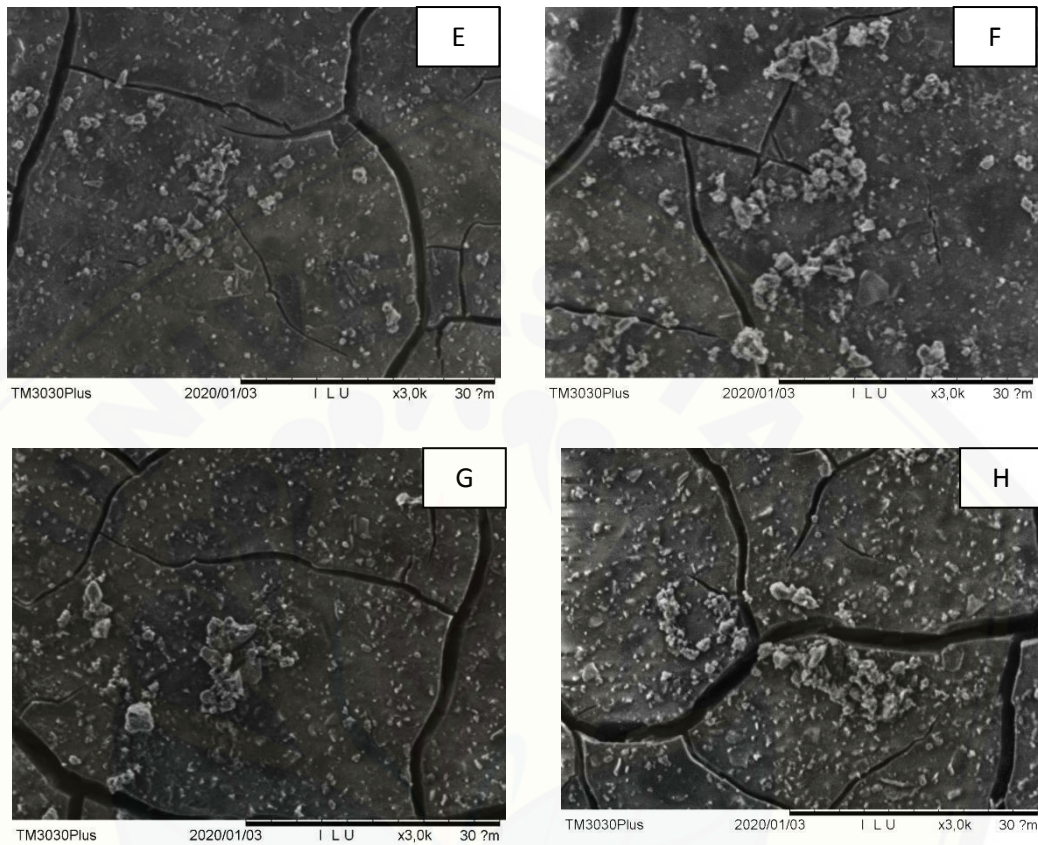
F.1 Hasil uji SEM kelompok perendaman *core glass ionomer* dalam campuran cairan tubuh buatan dan BAG dari ampas tebu suhu sintering 1000 °C.



Keterangan :

- A: Sampel 1
- B: Sampel 2
- C: Sampel 3
- D: Sampel 4

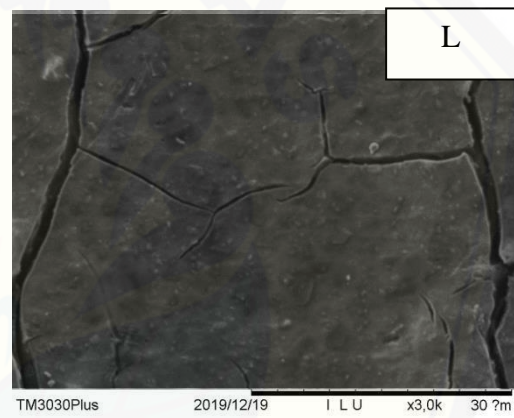
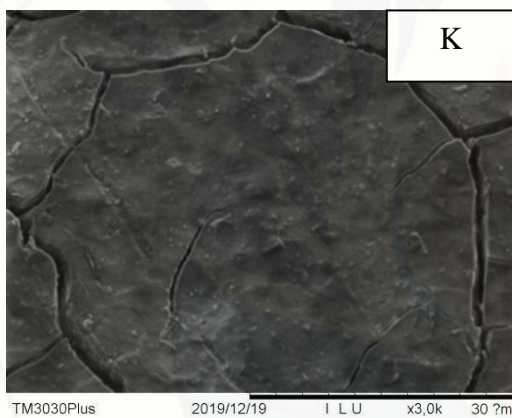
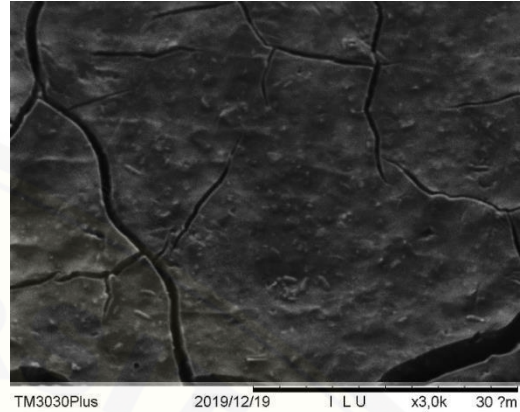
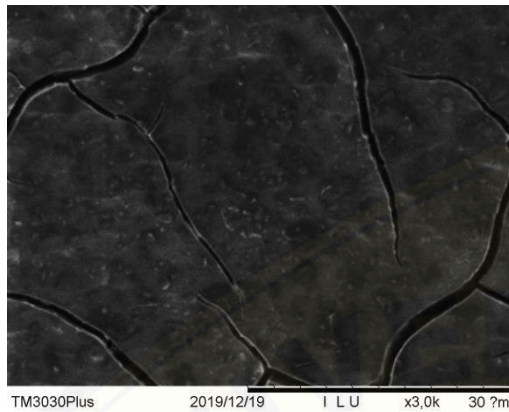
F.2 Hasil uji SEM kelompok perendaman *core glass ionomer* dalam campuran cairan tubuh buatan dan BAG dari ampas tebu suhu sintering 1500 °C.



Keterangan :

- E: Sampel 1
- F: Sampel 2
- G: Sampel 3
- H: Sampel 4

F.3 Hasil uji SEM kelompok kontrol perendaman *core glass ionomer* dalam cairan tubuh buatan.



Keterangan :

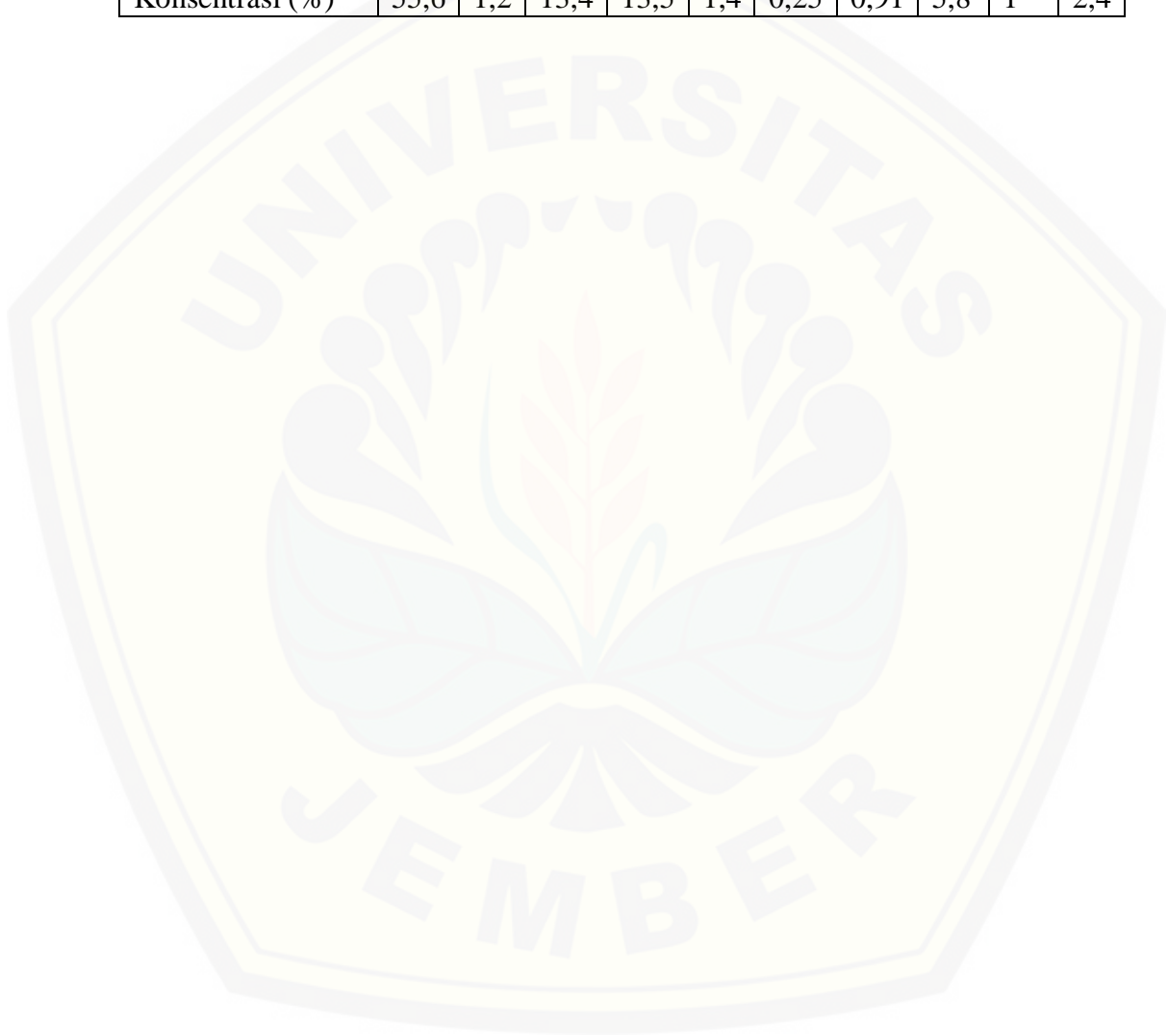
- E: Sampel 1
- F: Sampel 2
- G: Sampel 3
- H: Sampel 4

F.4 Hasil uji XRF abu ampas tebu yang disintering dengan suhu 1000 °C

Kandungan	Si	P	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Zr	Ba
Konsentrasi (%)	61,9	1,2	13,5	10,7	1,0	0,33	0,92	6,5	0,4	3,6

F.5 Hasil uji XRF abu ampas tebu yang disinterring dengan suhu 1500 °C

Kandungan	Si	P	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Br	Ba
Konsentrasi (%)	55,6	1,2	13,4	13,5	1,4	0,25	0,91	5,8	1	2,4



Lampiran G. Data Hasil Penelitian

Sampel 1000 °C				Sampel 1500 °C					
Sampel	skor	Jml kotak	Total skor	Rata-rata	Sampel	skor	Jml kotak	Total skor	Rata-rata
1	0	311	0		Rata-rata	1	0	499	
	1	480	480	1			338	338	
	2	94	188	2			60	120	
	3	19	57	3			7	21	
	4	6	24	4			6	24	
Total		910	749	20,58%	Total		910	503	13,82%
2	0	304	0	Rata-rata	2	0	541	0	Rata-rata
	1	443	443			1	300	300	
	2	73	146			2	36	72	
	3	46	138			3	20	60	
	4	44	176			4	13	52	
Total		910	903	24,81%	Total		910	484	13,30%
3	0	375	0	Rata-rata	3	0	679	0	Rata-rata
	1	384	384			1	110	110	
	2	71	142			2	35	70	
	3	39	117			3	38	114	
	4	41	164			4	48	192	
Total		910	807	22,17%	Total		910	486	13,35%
4	0	375	0	Rata-rata	4	0	443	0	Rata-rata
	1	384	384			1	377	377	
	2	71	142			2	60	120	
	3	39	117			3	27	81	
	4	41	164			4	4	16	
Total		910	807	22,17%	Total		910	594	16,31%

Lampiran H. Analisis Data

H.1 Uji Normalitas dengan Shapiro-Wilk

Tests of Normality				
	Kelompok suhu	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Persentase HCA	kelompok 1000	.923	4	.555
	kelompok 1500	.836	4	.185
	KONTROL	-	4	-
a. Lilliefors Significance Correction				

H.2 Uji Homogenitas dengan Uji Levene

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Persentase HCA	Based on Mean	2.915	2	9	.106
	Based on Median	1.493	2	9	.275
	Based on Median and with adjusted df	1.493	2	5.789	.300
	Based on trimmed mean	2.618	2	9	.127

H.3 Uji Beda dengan *One Way Anova*

ANOVA					
Persentase HCA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1024.057	2	512.028	310.283	.000

H.4 Uji Lanjutan dengan Uji LSD

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: persentasehca							
	(I) kelompok suhu	(J) kelompok suhu	Mean Differenc e (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	kelompok 1000	kelompok 1500	8.360*	.908	.000	6.31	10.41
		KONTROL	22.390*	.908	.000	20.34	24.44
	kelompok 1500	kelompok 1000	-8.360*	.908	.000	-10.41	-6.31
		KONTROL	14.030*	.908	.000	11.98	16.08
	KONTR OL	kelompok 1000	-22.390*	.908	.000	-24.44	-20.34
		kelompok 1500	-14.030*	.908	.000	-16.08	-11.98

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