

**PENGARUH SUHU SINTERING 1000 °C DAN 1500 °C PADA SILIKA
ABU AMPAS TEBU DENGAN PENAHANAN 2 JAM SEBAGAI
BIOACTIVE GLASS TERHADAP PEMBENTUKAN
*HYDROXYCARBONATE APATITE***

SKRIPSI

Oleh

Yenny Afiv Rosyanah Canerry

NIM 161610101097

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER**

2020



**PENGARUH SUHU SINTERING 1000 °C DAN 1500 °C PADA SILIKA
ABU AMPAS TEBU DENGAN PENAHANAN 2 JAM SEBAGAI
BIOACTIVE GLASS TERHADAP PEMBENTUKAN
*HYDROXYCARBONATE APATITE***

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

Yenny Afiv Rosyanah Canerry

NIM 161610101097

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER**

2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

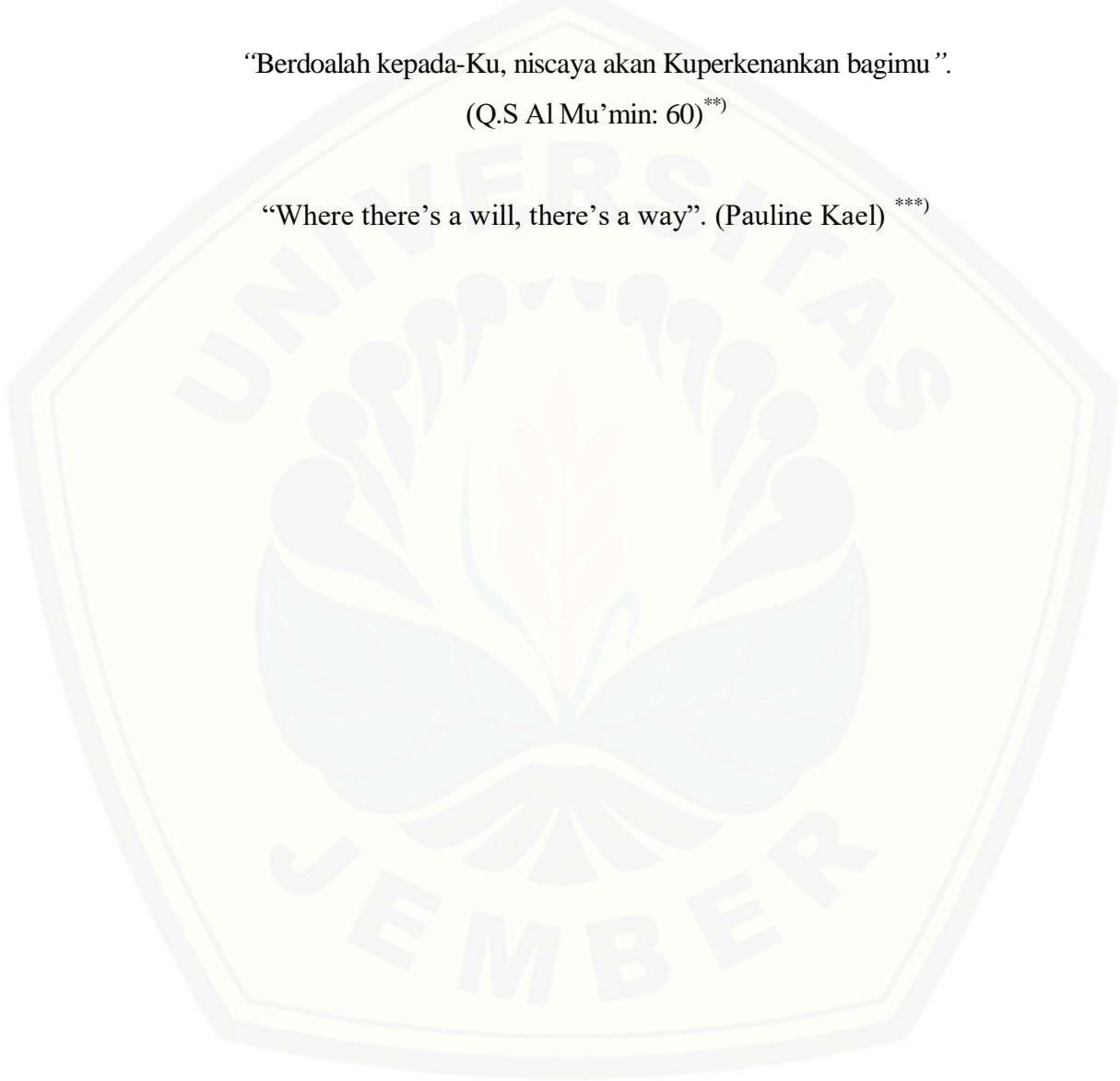
1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan kekuatan kepada saya.
2. Kedua orang tua, Ayah Hadi Suroso dan Ibu Ning Suryanti yang selalu memberi semangat, motivasi, serta mendidik saya menjadi manusia yang lebih baik dan berakhlak mulia.
3. Adik yang saya sayangi Edelweis Tachi Rosyanas Cecilia dan Pandu Bintang Rosyanas Dewa.
4. Guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai SMA yang telah mendidik saya menjadi siswa yang baik.
5. Dosen-dosen dan pegawai-pegawai Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang membimbing dan mendidik saya selama menempuh pendidikan dokter gigi.
6. Agama, bangsa, dan negara serta almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya”.
(Q.S Al Baqarah : 286)^{*)}

“Berdoalah kepada-Ku, niscaya akan Kuperkenankan bagimu ”.
(Q.S Al Mu'min: 60)^{***)}

“Where there's a will, there's a way”. (Pauline Kael)^{***)}



^{*)} Q.S Al Baqarah : 286

^{***)} Q.S Al Mu'min: 60

^{***)} Pauline Kael

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yenny Afiv Rosyanah Canerry

NIM : 161610101097

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul “Pengaruh Suhu Sintering 1000 °C dan 1500 °C pada Silika Abu Ampas Tebu dengan Penahanan 2 Jam sebagai *Bioactive Glass* terhadap Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite*” 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, 18 Februari 2020

Yang menyatakan,

Yenny Afiv Rosyanah Canerry

NIM 161610101097

SKRIPSI

**PENGARUH SUHU SINTERING 1000 °C DAN 1500 °C PADA SILIKA
ABU AMPAS TEBU DENGAN PENAHANAN 2 JAM SEBAGAI
BIOACTIVE GLASS TERHADAP PEMBENTUKAN
*HYDROXYCARBONATE APATITE***

Oleh

Yenny Afiv Rosyanah Canerry

NIM 161610101097

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Suhu Sintering 1000 °C dan 1500 °C pada Silika Abu Ampas Tebu dengan Penahanan 2 Jam sebagai *Bioactive Glass* terhadap Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Gigi pada:

Hari, tanggal : Selasa, 18 Februari 2020

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Dosen Penguji Ketua

Dosen Penguji Anggota

drg. Dessy Rachmawati, M.Kes, Ph.D
NIP 197612232005012001

drg. Yenny Yustisia, M. Biotech
NIP 197903252005012001

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. Pros.
NIP. 196901121996011001

RINGKASAN

Pengaruh Suhu Sintering 1000 °C dan 1500 °C pada Silika Abu Ampas Tebu dengan Penahanan 2 Jam sebagai *Bioactive Glass* terhadap Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite*; Yenny Afiv Rosyanah Canerry; 161610101097; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Abu ampas tebu merupakan residu pabrik yang dapat dimanfaatkan karena kandungan silikanya yang tinggi. Kandungan silika yang tinggi ini dapat dimanfaatkan sebagai *bioactive glass* karena penyusun utama *bioactive glass* adalah silika. *Bioactive glass* dapat membentuk lapisan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) apabila direaksikan dengan cairan tubuh. Sintering merupakan proses pemanasan bahan di bawah titik lelehnya. Sintering dapat menyebabkan perubahan sifat mekanik, geometri, volume, porositas, kristalisasi, dan bioaktivitas bahan. Perubahan-perubahan ini dapat mempengaruhi persentase pembentukan HCA. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh suhu sintering 1000 °C dan 1500 °C pada silika abu ampas tebu dengan penahanan 2 jam sebagai *bioactive glass* terhadap persentase pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA).

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental laboratoris in vitro dengan rancangan penelitian tipe *the post test with control group design*. Kelompok sampel yang digunakan sebanyak 3 kelompok yaitu: kelompok kontrol (K), kelompok perlakuan A (PA), dan kelompok perlakuan B (PB), dengan masing-masing kelompok terdiri dari 4 sampel. Kelompok kontrol (K) merupakan *glass ionomer* sebagai inti, yang direndam bersama SBF, tanpa diberi *bioactive glass* dari abu ampas tebu, dan dimasukkan dalam oven bersuhu 36,5 °C selama 7 hari. Kelompok perlakuan A (PA) merupakan *glass ionomer* sebagai inti, yang direndam bersama SBF, diberi *bioactive glass* dari abu ampas tebu dengan sintering suhu 1000°C waktu penahanan 2 jam, dan dimasukkan dalam oven bersuhu 36,5 °C selama 7 hari. Kelompok perlakuan B (PB) merupakan *glass*

ionomer sebagai inti, yang direndam bersama SBF, diberi *bioactive glass* dari abu ampas tebu dengan sintering suhu 1500 °C waktu penahanan 2 jam, dan dimasukkan dalam oven bersuhu 36,5 °C selama 7 hari. Kemudian sampel diambil dan dikeringkan, lalu diamati menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk melihat persentase pembentukan HCA dengan perbesaran 3000 kali.

Dari hasil penelitian menunjukkan persentase pembentukan HCA pada kelompok perlakuan sintering suhu 1000 °C lebih banyak jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan sintering suhu 1500 °C. Sedangkan pada kelompok kontrol tidak menunjukkan pembentukan HCA pada hasil SEM. Kesimpulan penelitian ini adalah peningkatan suhu sintering pada proses ekstraksi silika yang digunakan sebagai sumber *bioactive glass*, berperan pada penurunan persentase pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA). Persentase pembentukan HCA dari *bioactive glass* berbasis silika dengan sintering 1000 °C lebih tinggi dibandingkan dengan sintering 1500 °C.

PRAKATA

Alhamdulillah Robbil ‘Alamiin, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya, sehingga saya berkesempatan menimba ilmu hingga jenjang pendidikan Perguruan Tinggi. Berkat rahmat, karunia, serta hidayah-Nya pula saya bisa menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Suhu Sintering 1000 °C dan 1500 °C pada Silika Abu Ampas Tebu dengan Penahanan 2 Jam sebagai *Bioactive Glass* terhadap Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatite*”. 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 bimbingan, bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allah SWT atas berkat rahmatnya saya bisa 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 penelitiannya dan telah meluangkan waktu untuk membimbing saya;
4. drg. Dessy Rachmawati, M.Kes, Ph.D selaku dosen penguji ketua dan drg. Yenny Yustisia, M. Biotech selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penulisan tugas akhir ini;
5. Seluruh staf pengajar Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
6. Ayah Hadi Suroso dan Ibu Ning Suryanti tercinta yang tiada henti mendoakan dan mendukung dalam kondisi apapun, kedua adikku Edelweis Tachi Rosyanas Cecilia dan Pandu Bintang Rosyanas Dewa yang selalu memberi semangat;

7. Saudara-saudara saya yang selalu memberi doa, motivasi, dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini;
8. Teman seperjuangan Tim Abu Ampas Tebu, Nia Nurmayanti, Liyathotun Fatimah, dan Ulfa Mayasari yang selalu bekerjasama dalam suka duka perskripsian dan tetap recek walau badai menghadang;
9. Windy, Okta, Calista, Ejak, Ocik, Rega, Apin, sobat kos Andritta dan Perum Mastrip, serta sobat-sobat lainnya, yang banyak membantu saya saat di FKG ini;
10. Teman-teman DEXTRA FKG 2016 atas bantuannya, kerjasama, dan kebersamaannya selama ini;
11. Ibu Endang yang telat mengorbankan waktu luang untuk penulis mengambil tanaman tebu dan abu ampas tebu sehingga penelitian penulis dapat berjalan dengan lancar;
12. Pak Mukhlis, Mas Haidzar, Mbak Vira, Pak Iwan, Bu Itus, Mbak Titin, Bu Hany, dan Mas Taufan, yang selalu membantu dalam proses penelitian;
13. iKON, TXT, dan NCT Dream yang telah menjadi group tontonan saya dan menghibur selama mengerjakan skripsi ini;
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu;

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

Jember, 18 Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
SKRIPSI	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tebu	5
2.1.1 Penyebaran Tanaman Tebu di Indonesia	5
2.1.2 Klasifikasi Tanaman Tebu	5
2.1.3 Morfologi Tanaman Tebu	6
2.2 Abu Ampas Tebu	7
2.3 Silika	7
2.4 Kristal Silika	8
2.5 Pemanfaatan Silika	9
2.6 Sintering	9
2.7 Bioactive Glass	9

2.7.1 Definisi <i>Bioactive Glass</i>	9
2.7.2 Kandungan <i>Bioactive Glass</i>	10
2.7.3 Kegunaan <i>Bioactive Glass</i>	10
2.7.4 Metode Sintesis <i>Bioactive Glass</i>	12
2.8 Simulated Body Fluid (SBF)	13
2.9 Hydroxycarbonate Apatite (HCA)	13
2.10 Glass Ionomer	14
2.11 X-Ray Fluoresence (XRF), FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy), dan Scanning Electron Microscope (SEM)	15
2.12 Kerangka Konsep	17
2.13 Hipotesis	18
BAB 3. METODE PENELITIAN	19
3.1 Jenis Penelitian	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2.1 Tempat Penelitian	19
3.2.2 Waktu Penelitian	19
3.3 Identifikasi Variabel	20
3.3.1 Variabel Bebas	20
3.3.2 Variabel Terikat.....	20
3.3.3 Variabel Terkendali	20
3.4 Definisi Operasional	20
3.4.1 Sintering	20
3.4.2 Silika	20
3.4.3 Waktu penahanan	20
3.4.4 Abu Ampas Tebu.....	20
3.4.5 <i>Bioactive Glass</i> Silika dari Abu Ampas Tebu.....	21
3.4.6 <i>Glass Ionomer</i>	21
3.4.7 <i>Hydroxycarbonate Apatite (HCA)</i>	21
3.5 Sampel Penelitian	21
3.5.1 Kriteria Sampel Penelitian	21
3.5.2 Besar Sampel.....	21

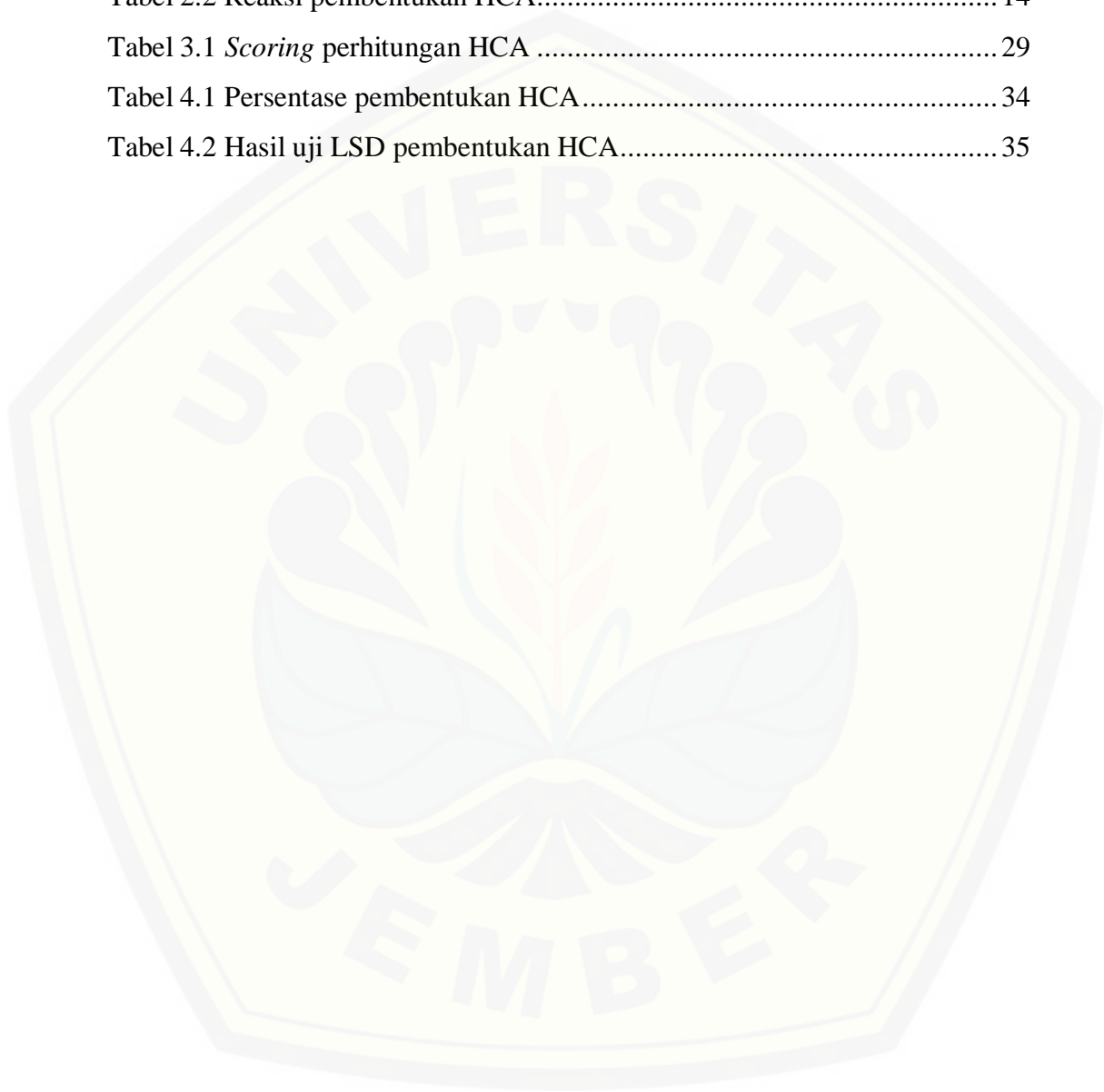
3.5.3 Pengelompokan Sampel Penelitian	22
3.5.3.1 Kelompok Kontrol	22
3.5.3.2 Kelompok Perlakuan A	22
3.5.3.3 Kelompok Perlakuan B.....	22
3.6 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.6.1 Alat Penelitian	23
3.6.2 Bahan Penelitian	24
3.7 Prosedur Penelitian	24
3.7.1 Tahap Persiapan.....	24
3.7.2 Pembuatan <i>Bioactive Glass</i> Silika dari Abu Ampas Tebu.....	25
3.7.2.1 Pembuatan Abu Ampas Tebu	25
3.7.2.2 Esktraksi Silika	25
3.7.2.3 Pembuatan Prekursor Silika yang Berupa Natrium Silika	26
3.7.2.4 Pembuatan <i>Bioactive Glass</i> Silika dari Natrium Silika.....	26
3.7.3 Pembuatan Cairan Tubuh Buatan	27
3.7.4 Pembuatan dan Manipulasi GI sebagai Inti	27
3.7.5 Perendaman dalam SBF.....	28
3.7.6 Pengamatan	28
3.7.7 Metode Scoring Penghitungan Persentase Pembentukan HCA	28
3.7.7.1 Metode Scoring	28
3.7.7.2 Penghitungan Persentase Pembentukan HCA	29
3.8 Analisis Data.....	31
3.9 Alur Penelitian	32
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Hasil.....	33
4.2 Pembahasan.....	36
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tanaman tebu	6
Gambar 2.2 Kerangka konsep	17
Gambar 3.1 Memasukkan gambar SEM pada <i>Photoshop</i>	29
Gambar 3.2 Membuat <i>grid</i> pada <i>Photoshop</i>	30
Gambar 3.3 Memilih pengaturan <i>grid</i> pada <i>Photoshop</i>	30
Gambar 3.4 Mengatur warna, gaya, dan ukuran <i>grid</i> pada <i>Photoshop</i>	31
Gambar 3.5 Tampilan hasil SEM dengan <i>grid</i> pada <i>Photoshop</i>	31
Gambar 3.6 Alur penelitian	32
Gambar 4.1 Karakterisasi SEM HCA pada permukaan <i>glass ionomer</i>	33
Gambar 4.2 Histogram rata-rata persentase pembentukan HCA	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kronologi aplikasi utama <i>bioactive glass</i>	11
Tabel 2.2 Reaksi pembentukan HCA.....	14
Tabel 3.1 <i>Scoring</i> perhitungan HCA	29
Tabel 4.1 Persentase pembentukan HCA.....	34
Tabel 4.2 Hasil uji LSD pembentukan HCA.....	35



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Surat Identifikasi Tanaman Tebu	46
B. Surat Izin Penelitian	47
C. Hasil Analisis Data Penelitian	50
C1. Hasil Uji Normalitas Menggunakan Uji <i>Shapiro-Wilk</i>	50
C2. Hasil Uji Homogenitas Menggunakan <i>Levene Test</i>	50
C3. Hasil Uji <i>One Way Anova</i>	50
C4. Hasil Uji Lanjutan LSD (<i>Least Significance Different</i>).....	51
D. Hasil Analisa <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	52
D1 Kelompok Kontrol.....	52
D2 Kelompok Perlakuan Suhu 1000 °C 2 Jam	53
D3 Kelompok Perlakuan Suhu 1500 °C 2 Jam	54
E. Hasil Uji XRF Setelah Sintering dan Pencucian dengan HCl	55
F. Hasil Uji FTIR HCA	56
F1. Kelompok Kontrol.....	56
F2. Kelompok Perlakuan Suhu 1000 °C 2 Jam.....	56
F3. Kelompok Perlakuan Suhu 1500 °C 2 Jam.....	57
G. Alat dan Bahan Penelitian	58
G1. Alat Penelitian	58
G2. Bahan Penelitian	60
H. Dokumentasi Prosedur Penelitian	62

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tebu ditanam di sekitar 74 negara (Joshagani *et al.*, 2017). Di negara Indonesia, setidaknya terdapat 64 pabrik gula yang masih beroperasi hingga saat ini dan menghasilkan sisa pembakaran berupa abu ampas tebu. Jumlah produksi abu ampas tebu kira-kira 0,3% dari berat tebu, sehingga apabila sebuah pabrik gula memiliki kapasitas 5.000 ton per hari, maka abu ampas tebu yang dihasilkan sebesar 15 ton per hari (Yusuf *et al.*, 2014). Pemanfaatan abu ampas tebu yang merupakan residu padat dapat dioptimalkan karena salah satu kandungannya yaitu silika (Norsuraya *et al.*, 2016). Kandungan tersebut lebih tinggi bila dibandingkan dengan silika yang berasal dari abu sekam padi, abu jerami, abu daun tebu, abu jerami padi, abu jerami gandum, abu tongkol jagung, abu terbang ampas tebu, dan tanah liat (Norsuraya *et al.*, 2016; Kazmi *et al.*, 2016). Menurut Yusuf *et al.*, (2014) kandungan silika abu ampas tebu lebih dari 50%. Hasil penelitian Norsuraya *et al.* (2016) menunjukkan bahwa jumlah silika dalam abu ampas tebu mentah sebesar 53,10%, sedangkan dengan perlakuan *treatment* asam sebesar 88,13%. Abu ampas tebu berpotensi digunakan sebagai sumber silika alami yang bersifat lebih aman dan murah. Selain itu, pola *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dari natrium silikat yang diekstraksi dari abu ampas tebu menunjukkan spektrum yang sama dengan pola FTIR natrium silikat komersial (Norsuraya *et al.*, 2016).

Besarnya kandungan silika pada abu ampas tebu berpotensi sebagai bahan baku pembuatan *bioactive glass* silika karena kandungan terbesar penyusun *bioactive glass* merupakan silika (Abbasi *et al.*, 2015). Penggunaan *bioactive glass* banyak dikembangkan dalam bidang kedokteran gigi, seperti: merangsang osteointegrasi terhadap bahan implan (Jones, 2013), menjadi bahan perbaikan tulang rahang karena periodontitis (Abbasi *et al.*, 2015), menjadi bahan remineralisasi untuk mengurangi hipersensitivitas gigi (Krishnan, 2013), serta sebagai bahan tambahan pada bubuk

glass ionomer (Xie, 2008). *Bioactive glass* banyak digunakan sebagai implan dan cangkok karena kemampuannya untuk membentuk ikatan dengan jaringan tulang secara efektif. Ketika kontak dengan cairan biologis seperti *Simulated Body Fluid* (SBF), permukaan *bioactive glass* cenderung bereaksi dengan beberapa ion yang terdapat dalam cairan biologis, yang menghasilkan lapisan apatit berkarbonasi mirip dengan yang ditemukan dalam fase mineral tulang. Lapisan apatit ini bertanggung jawab atas biokompatibilitas yang tinggi (Santos *et al.*, 2016). Menurut Chen, *et al.* (2008) *bioactive glass* merupakan suatu bahan yang mampu bereaksi dengan cairan tubuh untuk membentuk ikatan yang kuat dengan tulang, lalu akan dilanjutkan dengan pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA). *Bioactive glass* sintesis dapat membentuk HCA selama dua jam (Karasu *et al.*, 2017), sedangkan *bioactive glass* silika alami dari abu ampas tebu memiliki kelebihan karena limbahnya mudah didapat serta dapat membentuk HCA dalam waktu lima menit saat direndam dalam cairan tubuh buatan (Hidayat, 2017).

Sintering merupakan proses memadatkan dan membentuk massa benda padat dengan panas atau tekanan di bawah titik lelehnya (Deraz, 2017). Pada tingkat makroskopik, sintering menyebabkan perubahan sifat mekanik (kekuatan tertentu), perubahan geometri dan volume (susut) dan peningkatan kepadatan karena penyusutan (*shrinkage*) (Rojek *et al.*, 2017). Dalam penelitian Hariharan *et al.* (2013) abu ampas tebu yang disintering selama 2 jam mampu menghasilkan kandungan silika yang tinggi. Bentuk paling umum dari kristal silika yang ditemukan adalah kuarsa. Namun banyak penelitian telah difokuskan pada pembentukan kristobalit dan tridimit. Transformasi menunjukkan bahwa α -kuarsa dapat terbentuk di bawah 573 °C, β -kuarsa pada 573 °C-870 °C, β -tridimit pada 870 °C-1470 °C, dan β -kristobalit pada 1470 °C-1710 °C (Haslinawati *et al.*, 2009). Menurut penelitian Haslinawati *et al.* (2009) pada suhu pemanasan 700 °C dan 800 °C, silika yang dihasilkan berbentuk amorf, sedangkan pada suhu pemanasan di atas 900 °C, silika yang dihasilkan berbentuk kristalin. Hasil XRD (*X-Ray Powder Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan EDX (*Energy Dispersive X-Ray*) mengungkapkan bahwa

pemanasan pada suhu 900 °C ke atas sebagian besar terdiri dari fase kristal. Silika kristalin berkorelasi dengan struktur mikro dan komposisinya. Kristal meningkat ketika suhu meningkat, dan hal itu mempengaruhi pertumbuhan butir. Pada suhu 1000 °C, butiran partikel tidak sepenuhnya berkembang, tetapi pada suhu 1200 °C dan di atasnya, butiran dapat dengan jelas ditunjukkan ketika kristal meningkat. Proses pemanasan memberikan energi mendorong partikel untuk berikatan bersama dalam menghilangkan porositas. Pada saat yang sama, partikel akan menyusut. Peningkatan suhu pemanasan secara progresif menyebabkan perubahan kondisi permukaan dan fase kristal. Oleh karena itu, faktor penting dalam pembentukan kristal yaitu perlakuan suhu panas (Haslinawati *et al.*, 2009). Peningkatan suhu sintering juga mempengaruhi kristalisasi *bioactive glass* yang menyebabkan penurunan sifat bioaktivitas bahan (Belluci, 2010; Peitl, 2001). Kristalisasi juga mampu membuat *bioactive glass* menjadi inert dan meningkatkan *onset time* pembentukan HCA (Peitl, 2001). Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai suhu sintering 1000 °C dan 1500 °C dengan waktu penahanan 2 jam, kemudian melihat pengaruhnya terhadap pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA).

Glass ionomer digunakan dalam bidang kedokteran gigi karena kemampuannya untuk adhesi pada enamel dan dentin serta dapat melepaskan fluor (Nourmohammadi *et al.*, 2008). *Glass ionomer* dibentuk oleh reaksi asam basa antara asam polialenat dan *glass* dasar aluminosilikat. *Glass ionomer* mampu berikatan secara kimia dengan enamel, dentin, dan tulang karena adanya interaksi komponen *glass ionomer* dengan komponen apatit jaringan, sehingga *glass ionomer* dianggap bioaktif (Caluwe *et al.*, 2017). Kelompok Si-OH dan -COOH memainkan peran yang efektif dalam nukleasi heterogen dari apatit dalam tubuh. *Glass ionomer* yang telah *setting* dan disimpan dalam SBF selama beberapa hari, mampu membentuk fase apatit kristalin pada permukaannya. Pembentukan kristal apatit disebabkan oleh adanya gugus Si-OH dan -COOH dalam *glass ionomer*, dan gugus fungsional ini bermuatan negatif dalam tubuh serta bertindak sebagai faktor induktif untuk nukleasi apatit (Nourmohammadi

et al., 2008). Namun, *glass ionomer* memiliki kelemahan yaitu ikatan antara *glass ionomer* dan gigi lemah. Hal ini dapat diatasi dengan meningkatkan sifat bioaktif melalui kombinasi dengan *bioactive glass*, sehingga apatit yang terbentuk akan semakin banyak. Pembentukan apatit pada permukaan akan mampu menutup celah antara restorasi dan gigi, meningkatkan kekuatan ikatan, dan meningkatkan integrasi tulang dengan permukaan implan (Chen *et al.*, 2016). Hidayat (2017) mengamati pembentukan HCA dengan mencampurkan bubuk *bioactive glass* abu ampas tebu ke dalam *glass ionomer*. Namun, penelitian tersebut memiliki kelemahan dimana HCA yang terbentuk tidak dapat diamati dengan jelas. Sehingga pada penelitian ini, peneliti menggunakan *glass ionomer* sebagai inti nukleasi pembentukan HCA.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah ada pengaruh sintering silika abu ampas tebu 1000 °C dan 1500 °C dengan waktu penahanan 2 jam sebagai *bioactive glass* terhadap persentase pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA)?

1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisis pengaruh sintering silika abu ampas tebu 1000 °C dan 1500 °C dengan waktu penahanan 2 jam sebagai *bioactive glass* terhadap persentase pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA)

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu:

- 1.4.1 Memberikan informasi tentang pengaruh sintering silika abu ampas tebu 1000 °C dan 1500 °C dengan waktu penahanan 2 jam sebagai *bioactive glass* terhadap persentase pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA)
- 1.4.2 Sebagai bahan tambahan pada tumpatan, terutama *glass ionomer* karena bahan ini mampu sekaligus menjadi *sub base* bahan tumpatan gigi
- 1.4.3 Sebagai upaya pemanfaatan limbah ampas tebu agar bernilai tinggi
- 1.4.4 Sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tebu

2.1.1 Penyebaran Tanaman Tebu di Indonesia

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman tropis dan subtropis, tergolong tanaman rumput-rumputan yang dimanfaatkan sebagai bahan baku gula dan vetsin (Kementerian Pertanian, 2016; Xu *et al.*, 2018). Berdasarkan data FAO (*Food and Agriculture Organization*), Indonesia menempati peringkat kedua luas panen tebu terbesar di ASEAN dan menempati peringkat ketujuh di dunia (Kementerian Pertanian, 2016). Area perkebunan tebu di Indonesia memiliki luas kurang lebih 321.000 ha dan dominan berada di Pulau Jawa (Misran, 2005). Berdasarkan Angka Tetap Statistik Perkebunan Indonesia, sebesar 2.579.173 ton produksi tebu telah tercatat pada tahun 2014 (Ditjen Perkebunan, 2015). Salah satu sentra produksi tebu di Indonesia yaitu Jawa Timur. Jawa Timur memiliki rata-rata produksi hingga 1.283.810 ton. Jumlah ini menyumbang 49,14% produksi tebu nasional (Kementerian Pertanian, 2016).

2.1.2. Klasifikasi Tanaman Tebu

Tanaman tebu memiliki nama latin *Saccharum officinarum*. Tebu tergolong tanaman perdu (gambar tanaman tebu dapat dilihat pada Gambar 2.1). Berikut adalah sistematika tanaman tebu.

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledone
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: Saccharum
Species	: <i>Saccharum officinarum</i> L. (Indrawanto <i>et al.</i> , 2012).



Gambar 2.1 Tanaman tebu (Koleksi Pribadi, 2019)

2.1.3 Morfologi Tanaman Tebu

a. Batang

Batang tanaman tebu berbentuk lurus, tidak bercabang, dan memiliki banyak ruas. Ruas-ruas ini dibatasi oleh buku-buku, dan terdapat mata tunas di setiap buku. Diameter batang tebu berkisar 3-5 cm. Sedangkan tinggi batang tebu berkisar antara 2-5 m (Indrawanto *et al.*, 2012).

b. Akar

Akar tanaman tebu tergolong akar serabut. Akar tanaman tebu berukuran pendek, yang tumbuh dari cincin tunas anakan. Pada fase pertumbuhan batang, akar bagian atas dapat terbentuk karena adanya tanah (Indrawanto *et al.*, 2012).

c. Daun

Daun tanaman tebu memiliki bentuk busur panah, berseling kanan dan kiri, berpelepah, dan tidak memiliki tangkai. Pada bagian tengah, terdapat tulang daun sejajar dan berlekuk. Tepi daun terkadang memiliki gelombang dan bulu keras (Indrawanto *et al.*, 2012).

d. Bunga

Bunga tebu memiliki panjang sekitar 50-80 cm. Bunga tebu memiliki karangan bunga, tandan, benangsari, putik dua kepala, dan bakal biji (Indrawanto *et al.*, 2012).

e. Buah

Tanaman tebu memiliki buah berbiji satu. Besar lembaga buah ini berukuran 1/3 panjang biji (Indrawanto *et al.*, 2012).

2.2 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu adalah limbah akhir dari pembakaran ampas tebu (bagasse). Ampas tebu biasa digunakan sebagai bahan bakar pada ketel-ketel uap di pabrik untuk menghasilkan uap dan listrik (Rompas *et al.*, 2013; Xu *et al.*, 2018). Ampas tebu berjumlah sekitar 50% dari kualitas tebu (Xu *et al.*, 2018). Abu ampas tebu mengandung silika (SiO_2) yang cukup tinggi, yaitu lebih dari 50%, sehingga berpotensi untuk dijadikan bahan baku silika gel (Yusuf *et al.*, 2014).

2.3 Silika

Silika merupakan senyawa hasil polimerisasi asam silikat, memiliki formula SiO_2 , yang disusun dari rantai satuan SiO_4 tetrahedral (Sulastri dan Kristianingrum, 2010). Silika adalah padatan berpori, dimana pori-pori ini berperan penting dalam proses adsorpsi. Semakin kecil ukuran pori dalam silika, kemampuan adsorpsinya akan semakin baik. Selain memiliki kemampuan adsorpsi, silika juga memiliki sifat inert, pertukaran ion yang baik, kestabilan mekanik dan termal tinggi, dan dapat dimodifikasi bersama senyawa lain untuk meningkatkan kinerjanya (Hardyanti *et al.*, 2017).

Silika dapat ditemukan sebagai senyawa di alam maupun senyawa sintetis. Silika di alam memiliki struktur kristalin, dapat ditemukan dalam bahan seperti: pasir, kuarsa, dan gelas. Sedangkan silika sintetis memiliki struktur amorf (Sulastri dan Kristianingrum, 2010). Silika amorf memiliki sifat yang lebih reaktif jika

dibandingkan dengan silika kristalin. Hal ini disebabkan karena silika kristalin memiliki struktur sferikal rumit yang menyebabkan luas permukaan yang tinggi, biasanya di atas $3 \text{ m}^2/\text{g}$. Salah satu bentuk penggunaan silika amorf yaitu silika gel (Sapei *et al.*, 2015).

Silika gel ($\text{SiO}_2 \cdot x \text{ H}_2\text{O}$) adalah bentuk silika amorf yang dihasilkan dari penggumpalan sol natrium silikat yang dapat didehidrasi agar menjadi butiran mirip kaca. Silika gel terdiri dari globula-globula SiO_4 tetrahedral yang tidak beraturan (Sulastri dan Kristianingrum, 2010).

2.4 Kristal Silika

Bentuk paling umum dari kristal silika yang ditemukan adalah kuarsa. Namun banyak penelitian telah difokuskan pada pembentukan kristobalit dan tridimit. Transformasi menunjukkan bahwa α -kuarsa dapat terbentuk di bawah 573° C , β -kuarsa pada 573° C - 870° C , β -tridimit pada 870° C - 1470° C , dan β -kristobalit pada 1470° C - 1710° C (Haslinawati *et al.*, 2009). Menurut Santos *et al.* (2016) silika polimorf dapat diperoleh dengan perlakuan panas dengan perubahan sebagai berikut: α -kuarsa (573° C) \rightarrow β -kuarsa (573° C) \rightarrow β -tridimit (870° C) \rightarrow β -kristobalit ($\geq 1470^\circ \text{ C}$). Baik tridimit dan kristobalit merupakan polimorf yang dapat dengan mudah mengakomodasi atom pengotor di ruang interstitial yang lebih terbuka, khususnya ion logam alkali dan alkali tanah. Kuarsa tidak dapat dengan mudah mengakomodasi atom-atom pengotor karena ruang interstisialnya yang lebih dekat. Oleh karena itu, baik kristobalit dan tridimit selalu dikaitkan dengan adanya pengotor interstitial selama kristalisasi. Tridimit sendiri hanya diperoleh jika *didoping* dengan atom-atom pengotor. Selain itu, keberadaan pengotor cenderung mengurangi suhu transformasi fasa dan memperbesar kisaran suhu dimana kedua fase stabil. Bahkan, tidak adanya kuarsa dalam sampel penelitian oleh Santos *et al.*, (2016) dapat dijelaskan oleh sejumlah besar ion pengotor yang tersedia, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} dan Na^+ , yang menghasilkan stabilisasi fase tridimit dan kristobalit pada suhu yang lebih rendah dari biasanya.

2.5 Pemanfaatan Silika

Silika sering digunakan sebagai bahan baku dasar di banyak industri (Haslinawati *et al.*, 2009). Salah satu pemanfaatan silika yaitu silika gel yang digunakan untuk menyerap air (Sapei *et al.*, 2015; Sulastrri dan Kristianingrum, 2010). Silika juga dapat digunakan sebagai bahan katalis, campuran pada tinta, bahan pengeras beton, komponen deterjen dan sabun, serta sebagai unsur pengeras pada pembuatan batu bata. Silika juga dapat dimanfaatkan sebagai material nanosilika yang penggunaannya jauh lebih luas seperti untuk industri semikonduktor dan industri berteknologi tinggi (Sapei *et al.*, 2015). Menurut Abbasi *et al.* (2015) silika juga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan *bioactive glass*.

2.6 Sintering

Sintering adalah proses memadatkan dan membentuk massa benda padat dengan panas atau tekanan di bawah titik lelehnya (Deraz, 2017). Pada tingkat makroskopik, sintering menyebabkan perubahan sifat mekanik (kekuatan tertentu), perubahan geometri dan volume (susut) dan peningkatan kepadatan karena penyusutan (*shrinkage*). Pada tingkat mikroskopik, sintering menyebabkan penataan ulang butir dan peningkatan pepadatan butir. Pada akhirnya, sintering menyebabkan penyusutan bahan dan dapat menghilangkan porositas bahan (Rojek *et al.*, 2017).

2.7 Bioactive Glass

2.7.1 Definisi Bioactive Glass

Bioactive glass adalah material dental baru yang memiliki kemampuan untuk berikatan pada tulang dan bersifat biokompatibel. *Bioactive glass* memiliki banyak aplikasi dalam bidang kedokteran gigi, seperti bahan cangkok tulang, perancah (*scaffold*), dan bahan pelapis implan gigi (Farooq *et al.*, 2012). Jenis *bioactive glass* bermacam-macam, di antaranya *bioactive glass* berbasis silikat, fosfat, dan borat. *Bioactive glass* dapat mengkristal pada suhu di atas suhu transisi gelas (T_g) dan pada

suhu yang lebih rendah mampu menunjukkan struktur amorf yang khas (Santos *et al.*, 2016). Suhu transisi gelas (T_g) adalah berbagai transformasi ketika padatan amorf diubah menjadi cairan yang sangat dingin pada pemanasan. T_g dapat mempengaruhi laju disolusi *bioactive glass* dan sifat bioaktifnya. Ketika *bioactive glass* mengkristal, maka *bioactive glass* akan menjadi kurang bioaktif. Hal ini dikarenakan pertukaran ion antara *bioactive glass* dan larutan dihalangi oleh fase kristal (Farooq *et al.*, 2012).

2.7.2 Kandungan *Bioactive Glass*

Bioactive glass memiliki *family* yang berbeda-beda dan masing-masing *family* memiliki komposisi yang berbeda. Beberapa kelas *bioactive glass*, seperti Bioglass™ (45S5), sekarang digunakan secara intraoral sebagai bahan cangkok tulang dan telah mendapatkan persetujuan FDA (*Food and Drug Administration*). *Bioactive glass* 45S5 terdiri dari SiO_2 (46,1 mol%), CaO (26,9 mol%), Na_2O (24,4 mol%) dan P_2O_5 (2,6 mol%). *Bioactive glass* 45S5 mampu membentuk *hydroxycarbonate apatite* (HCA) dalam waktu kurang dari 2 jam dan berikatan dengan jaringan (Farooq *et al.*, 2012).

2.7.3 Kegunaan *Bioactive Glass*

Bioactive glass banyak digunakan di bidang kedokteran dan kedokteran gigi. Salah satu *bioactive glass* tersebut adalah Bioglass™ yang sering dikenal dengan 45S5 (Farooq *et al.*, 2012). *Bioactive glass* ini banyak digunakan sebagai implan dan cangkok tulang. Hal ini dikarenakan *bioactive glass* mampu membentuk ikatan dengan tulang dan menghasilkan lapisan apatit berkarbonasi (Santos *et al.*, 2016). Menurut Bairo *et al.*, (2018), *bioactive glass* tidak hanya mampu membentuk lapisan permukaan seperti hidroksiapatit sehingga meningkatkan ikatan yang stabil dengan tulang hidup (osteokonduksi), tetapi juga bersifat osteoinduktif, yaitu mampu merangsang sel-sel tulang mengalami regenerasi dan perbaikan sendiri, sehingga mempercepat penyembuhan jaringan. Berikut adalah ringkasan kronologi aplikasi utama *bioactive glass* yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. (Bairo *et al.*, 2018).

Tabel 2.1. Kronologi aplikasi utama *bioactive glass*

Tahun	Aplikasi
1969	Penemuan komposisi <i>glass</i> 45S5 (45S5 Bioglass®)
1977	Pengobatan penyakit telinga dengan menggunakan <i>glass-ceramics</i> Ceravital® (penggantian tulang kecil telinga tengah)
1978	Implan okular (biokompatibilitas dengan jaringan kornea)
1985	Persetujuan oleh <i>Food and Drug Administration</i> (FDA) dari implant 45S5Bioglass® pertama (implan MEP® untuk perbaikan telinga tengah)
1987	Pengobatan kanker hati (<i>glass</i> radioaktif)
1988	Penggunaan klinis <i>Endosseous Ridge Maintenance Implant</i> (ERMI) 45S5 berbasis Bioglass® pada pasien manusia
1993	Persetujuan FDA untuk PerioGlas (partikulat 45S5 Bioglass® yang digunakan untuk perbaikan tulang dan gigi)
1998	Perbaikan saraf tepi
1999	Persetujuan FDA untuk <i>glass</i> radioaktif (TheraSphere®) untuk perawatan kanker
2000	Penyembuhan luka
2002	Persetujuan FDA untuk implan orbital berpori komposit Medpor®-PlusTM (polyethylene / 45S5 Bioglass®).
2003	Semen tulang / gigi dengan sifat antibakteri (mengandung Zn)
2004	Rekayasa jaringan paru-paru
2004	Penggunaan <i>Mesoporous Bioactive Glass</i> (MBG) sebagai sistem pengiriman obat
2005	Perbaikan otot rangka dan ligamen
2005	Pengobatan ulser gastrointestinal
2010	Rekayasa jaringan jantung
2011	<i>Borate cotton-candy bioactive glass</i> untuk penyembuhan luka dalam kedokteran hewan. Persetujuan FDA sedang menunggu
2012	Embolisasi fibroid uterus
2012	Perbaikan sumsum tulang belakang
2018	Penggunaan <i>glass</i> radioaktif (TheraSphere®) pada pasien dengan karsinoma metastasis kolorektal hati

2.7.4 Metode Sintesis Sol-Gel *Bioactive Glass*

Sintesis *bioactive glass* dapat dilakukan dengan berbagai metode, yaitu: metode *melt quench*, sol-gel, sintesis api, iradiasi gelombang mikro (Karasu *et al.*, 2017), dan metode mikroemulsi terbalik (Rahman dan Padavettan, 2012). Metode yang sering digunakan pada sintesis nanomaterial seperti nano silika salah satunya adalah metode sol gel (Wijaya, 2010). Menurut Karasu *et al.* (2017) di antara semua metode tersebut, sintesis sol gel merupakan teknik yang sangat efisien untuk aplikasi rekayasa jaringan. Metode sol gel merupakan metode preparasi padatan dengan suhu rendah yang melibatkan transisi partikel mikroskopik sol menjadi bahan makroskopik gel (Wijaya, 2010). Sintesis sol-gel melibatkan sintesis larutan (sol), biasanya terdiri dari logam organik dan garam logam prekursor diikuti oleh pembentukan gel dengan reaksi atau agregasi kimia, dan yang terakhir perlakuan termal untuk pengeringan, pembuangan organik, dan terkadang kristalisasi (Jahanshahi *et al.*, 2009). Menurut Wijaya (2010), pada umumnya terdapat reaksi hidrolisis dan kondensasi pada sintesis sol gel. Sintesis sol gel melibatkan hidrolisis dan kondensasi logam alkoksida ($\text{Si}(\text{OR})_4$) seperti tetraethylorthosilicate (TEOS, $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$) atau garam anorganik seperti natrium silikat (Na_2SiO_3) dengan adanya asam (misalnya HCl) atau basa (misalnya NH_3) sebagai katalis (Rahman dan Padavettan, 2012). Proses sol gel dapat digambarkan sebagai pembentukan suatu jaringan oksida melalui reaksi polikondensasi yang progresif dari molekul prekursor dalam medium cair atau merupakan proses untuk membentuk material melalui suatu sol, *gelation* dan akhirnya membentuk gel (Schubert dan Husing, 2000). Sintesis *bioactive glass* secara sol-gel sering digunakan karena dapat menghasilkan silika murni dan homogen, serta mampu mengontrol ukuran partikel (Rahman dan Padavettan, 2012). Selain itu, jika dibandingkan dengan sintesis *melt quench* konvensional, *bioactive glass* sol gel diproses pada suhu yang lebih rendah dan memiliki kontrol komposisi yang lebih baik dan bersifat lebih bioaktif (Jahanshahi *et al.*, 2009).

2.8 *Simulated Body Fluid (SBF)*

Bioactive glass saat ini banyak digunakan secara klinis sebagai pengganti tulang. Sebagian besar dari *bioactive glass* berikatan dengan tulang hidup melalui lapisan apatit yang terbentuk pada permukaan setelah implantasi ke dalam tubuh yang hidup. Formasi apatit ini telah direproduksi pada permukaannya dalam *Simulated Body Fluid (SBF)* aselular bebas zat organik, dengan konsentrasi ion yang hampir sama dengan plasma darah manusia (Kokubo *et al.*, 2007). SBF telah digunakan secara luas untuk penilaian *in vitro* dari bioaktifitas bahan buatan dengan memeriksa kemampuan pembentukan apatit dalam cairan tersebut (Oyane *et al.*, 2003).

2.9 *Hydroxycarbonate Apatite (HCA)*

Hydroxycarbonate apatite (HCA) merupakan biomaterial kalsium fosfat yang bersifat bioaktivitas, biokompatibilitas, dan osteokonduktif. Biomaterial ini dapat digunakan sebagai pengganti tulang. HCA dapat memacu pertumbuhan tulang dengan sempurna dan dapat diresorpsi dengan baik oleh osteoklas karena memiliki kelarutan yang baik pada kondisi asam lemah saat osteoklas bekerja meresorpsi tulang dengan mengeluarkan ion H^+ (Surbakti *et al.*, 2017). HCA akan terbentuk ketika *bioactive glass* terpapar oleh cairan fisiologis. Hench telah menggambarkan urutan lima reaksi pembentukan HCA pada permukaan *bioactive glass*. Reaksi pertama adalah pertukaran ion antara alkali dalam *glass* dan air. Hal ini diikuti oleh putusnya ikatan silika, membentuk ikatan silanol yang mempolimerisasi ulang untuk membentuk lapisan yang kaya silika (*silica-rich layer*), area permukaan tinggi, dan area terhidrasi. Permukaan *silica-rich* ini menarik molekul organik (protein, mukopolisakarida, dan kolagen) dan memfasilitasi pembentukan lapisan HCA pada *glass*. Perilaku *bioactive glass* dalam pembentukan jaringan tulang baru tergantung pada komposisi kimia dan sifat tekstur (ukuran dan volume pori) (Jahanshahi *et al.*, 2009). Reaksi-reaksi ini dirangkum pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Reaksi pembentukan HCA

Tahap	Reaksi
Tahap 1	Pertukaran cepat kation seperti Na^+ atau Ca^{2+} dengan H^+ atau H_3O^+ dari larutan, $\text{Si-O-Na}^+ + \text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{Si-OH} + \text{Na}^+$ (larutan)
Tahap 2	Hilangnya silika yang dapat larut dalam bentuk $\text{Si}(\text{OH})_4$ ke larutan hasil dari kerusakan ikatan Si-O-Si dan pembentukan SiOH (silanol) pada antarmuka larutan <i>glass</i> . $2(\text{Si-O-Si}) + \text{H}_2\text{O} = \text{Si-OH} + \text{OH-Si}$
Tahap 3	Kondensasi dan repolimerisasi lapisan kaya SiO_2 pada permukaan yang dihabiskan dalam kation alkali tanah dan alkali. $\text{Si-OH} + \text{OH-Si} = \text{Si-O-Si} + \text{H}_2\text{O}$
Tahap 4	Migrasi kelompok Ca^{2+} dan PO_4^{3-} ke permukaan membentuk cluster CaOPO_4 di atas lapisan kaya SiO_2 , diikuti oleh pertumbuhan CaP amorf
Tahap 5	Kristalisasi CaP amorf dengan penggabungan OH^- , CO_3^{2-} anion dari larutan untuk membentuk lapisan HCA

2.10 Glass Ionomer

Glass ionomer merupakan bahan yang telah digunakan selama lebih dari 30 tahun dalam bidang kedokteran gigi (Nourmohammadi *et al.*, 2008). *Glass ionomer* mengandung tiga bahan penting, yaitu asam polimerik larut air, basis *glass*, dan air (Sidhu *et al.*, 2016). *Glass ionomer* dibentuk oleh reaksi asam-basa antara asam polialenat dan *glass* aluminosilikat dasar. Asam polialkenoat biasanya merupakan asam poliakrilat, asam politakonat, atau asam polimaleat. *Glass* aluminosilikat dasar mengandung Ca^{2+} , Al^{3+} , dan Si^{4+} sebagai komponen penting, dihubungkan satu sama lain oleh oksigen jembatan. Ion-ion lain seperti F^- dan PO_4^{3-} biasanya ditambahkan ke komposisi *glass*. *Glass ionomer* dapat mengikat secara kimia dengan enamel, dentin dan tulang dengan interaksi komponen asam *glass ionomer* dengan komponen apatit dari jaringan, sehingga *glass ionomer* dapat dianggap bioaktif (Caluwe *et al.*, 2017). Ketika *glass ionomer* yang telah *setting* disimpan dalam SBF selama beberapa hari, fase apatit kristalin terbentuk pada permukaannya. Pembentukan kristal apatit disebabkan oleh adanya gugus Si-OH dan $-\text{COOH}$ dalam *glass ionomer*. Telah dilaporkan bahwa gugus fungsional ini bermuatan negatif di lingkungan tubuh dan

bertindak sebagai faktor induktif untuk nukleasi apatit (Nourmohammadi et al., 2008).

Glass ionomer telah banyak digunakan dalam kedokteran gigi sejak tahun 1970 dan dianggap lebih unggul dari jenis semen lainnya karena memiliki sifat mekanik dan transparansi yang baik. Selain itu, pelepasan fluoride dalam periode yang lama dan biokompatibilitas yang baik membuat *glass ionomer* berguna sebagai bahan restorasi gigi. Namun, *glass ionomer* memiliki beberapa kelemahan seperti kerapuhan yang relatif tinggi dan sensitif terhadap kelembaban selama tahap awal *setting*, dan ikatan dengan gigi yang lemah. Selama beberapa dekade terakhir, kemajuan telah dibuat untuk meningkatkan sifat *glass ionomer*, melalui modifikasi dengan menggunakan *bioactive glass* (Chen et al., 2016).

2.11 X-Ray Fluorescence (XRF), FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy), dan Scanning Electron Microscope (SEM)

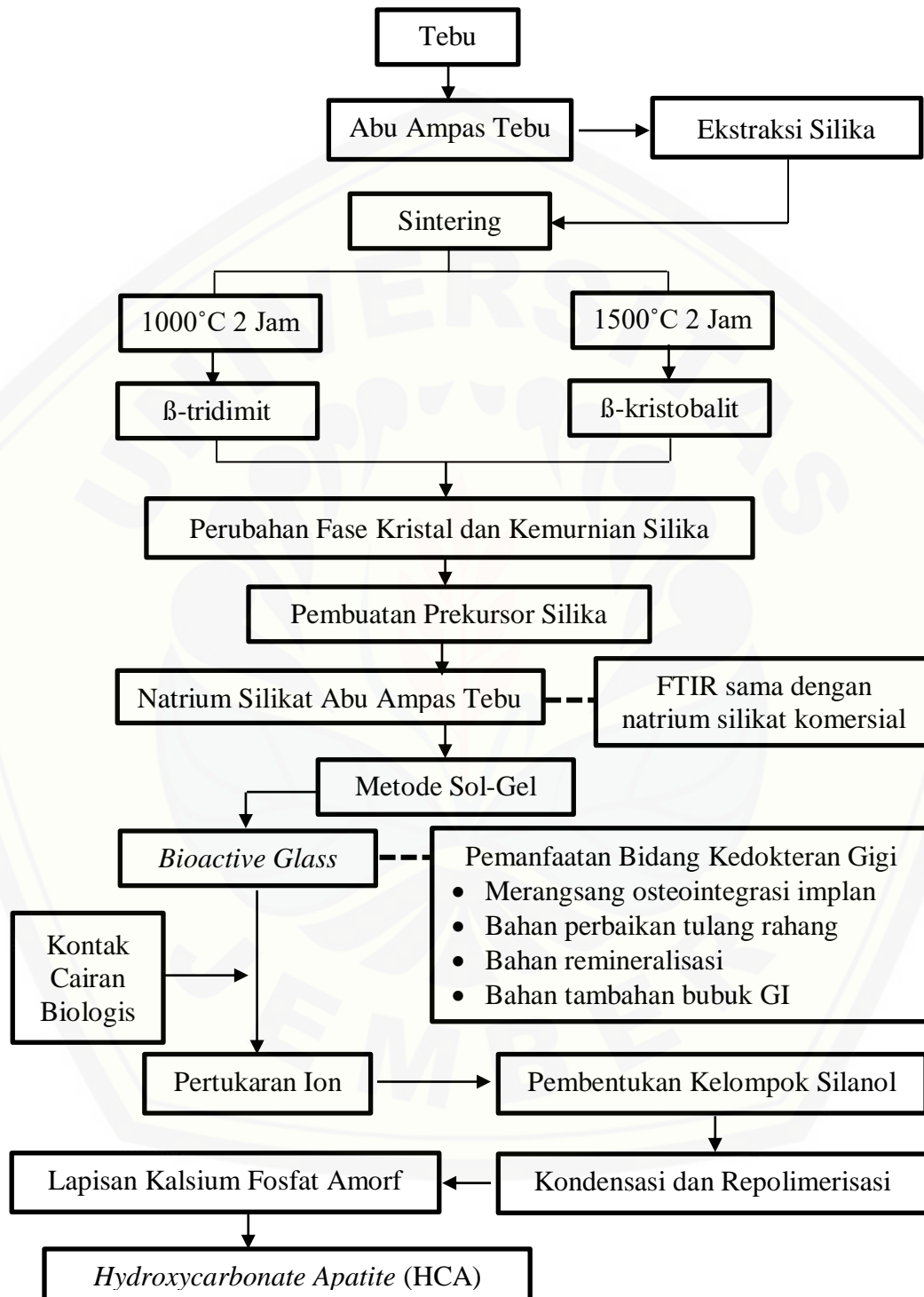
Analisa XRF (*X-Ray Fluorescence*) adalah analisa yang didasarkan pada perilaku atom yang terkena cahaya yang memiliki energi tinggi, seperti sinar X. Ketika suatu bahan diinteraksikan dengan sinar X, elektron dengan energi paling rendah dapat terpejal. Elektron dengan energi yang lebih tinggi akan mengisi kekosongan tadi (deeksitasi). Deeksitasi menghasilkan pemancaran radiasi flouresensi dengan karakteristik yang khas.. Karakter radiasi flouresensi yang khas inilah yang digunakan sebagai analisa kualitatif untuk mengidentifikasi unsur. Selain digunakan sebagai analisa kualitatif, intensitas radiasi flouresensi dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi unsur material (Setiabudi et al., 2012).

FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) adalah salah satu teknik analisis menggunakan radiasi inframerah yang berdampak pada vibrasi atom dari molekul sampel, menghasilkan absorpsi ataupun transmisi energi. Analisis FTIR dapat digunakan untuk mengkarakterisasi sampel dalam bentuk cairan, larutan, pasta, bubuk, film, serat, dan gas (Nandiyanto et al., 2019). FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsional suatu bahan (Munajad et al., 2018). Sinyal yang

dihasilkan dari detektor pada FTIR akan direkam sebagai spektrum infra merah dalam bentuk puncak-puncak absorpsi. Absis menunjukkan frekuensi atau panjang gelombang, sedangkan ordinat menunjukkan transmitans atau absorbans (Setiabudi *et al.*, 2012).

SEM (*Scanning Electron Microscope*) adalah instrumen yang digunakan untuk mengamati fenomena permukaan material. Perbesaran SEM dapat mencapai 300.000 kali (Akhtar *et al.*, 2018). Pengamatan dengan SEM dilakukan untuk menyelidiki struktur mikro permukaan material (Tutu *et al.*, 2015). SEM dapat memberikan informasi kualitatif mengenai topografi, morfologi, komposisi, dan kristalografi bahan. Topografi menunjukkan fitur permukaan, tekstur, kekasaran, dan kehalusan suatu bahan. Morfologi menunjukkan bentuk dan ukuran bahan. Komposisi menunjukkan elemen atau senyawa yang membentuk bahan. Kristalografi menunjukkan susunan atom dalam bahan (Akhtar *et al.*, 2018).

2.12 Kerangka Konsep



Gambar 2.2 Kerangka konsep

2.13 Hipotesis

Terdapat pengaruh sintering silika abu ampas tebu 1000 °C dan 1500 °C dengan waktu penahanan 2 jam sebagai *bioactive glass* terhadap persentase pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA). *Bioactive glass* silika abu ampas tebu dengan sintering 1000 °C 2 jam menghasilkan HCA lebih banyak jika dibandingkan dengan sintering 1500 °C 2 jam.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian tipe *post test with control group design*, yaitu melakukan pengamatan atau pengukuran setelah perlakuan lalu hasilnya dibandingkan dengan kontrol.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

- a. Identifikasi tanaman tebu dilakukan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Jember
- b. Sintering abu ampas tebu suhu 1000 °C dengan waktu penahanan 2 jam dilakukan di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian Fakultas Teknik Pertanian Universitas Jember
- c. Sintering abu ampas tebu suhu 1500 °C dengan waktu penahanan 2 jam dilakukan di Balai Keramik Bandung
- d. Pembuatan *bioactive glass* silika dari abu ampas tebu dilakukan di Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember
- e. Pembuatan SBF (*Simulated Body Fluid*) dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember
- f. Uji XRF dilakukan di Laboratorium Sentral dan Mineral Universitas Negeri Malang
- g. Uji SEM dilakukan di Laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember
- h. Uji FTIR dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2019 sampai Januari 2020

3.3 Identifikasi Variabel

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu:

1. Silika abu ampas tebu yang dilakukan sintering suhu 1000 °C dengan waktu penahanan 2 jam
2. Silika abu ampas tebu yang dilakukan sintering suhu 1500 °C dengan waktu penahanan 2 jam

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu persentase pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA)

3.3.3 Variabel Terkendali

1. Cara manipulasi *glass ionomer*
2. Suhu ruang
3. *Glass ionomer* merk GC Fuji IX

3.4 Definisi Operasional

3.4.1 Sintering

Sintering adalah proses lanjutan pemanasan ampas tebu yang telah dibakar secara manual. Sintering dilakukan menggunakan *furnace* dengan suhu 1000 °C dan 1500 °C dengan waktu penahanan 2 jam.

3.4.2 Silika

Silika adalah unsur yang telah diekstraksi pada abu ampas tebu dan dilakukan sintering, serta keberadaanya telah dibuktikan dengan uji XRF.

3.4.3 Waktu penahanan

Waktu penahanan adalah waktu yang dibutuhkan atau dipertahankan selama melakukan sintering, yaitu selama 2 jam.

3.4.4 Abu ampas tebu

Abu ampas tebu adalah hasil pembakaran ampas tebu kering. Ampas tebu tersebut diperoleh dari Pabrik Gula Semboro, Tanggul.

3.4.5 *Bioactive glass* silika dari abu ampas tebu

Bioactive glass silika dari abu ampas tebu adalah bahan berbentuk serbuk berwarna abu-abu yang merupakan hasil akhir dari teknik sol-gel yang dilakukan pada prekursor silika (natrium silika).

3.4.6 *Glass ionomer*

Glass ionomer adalah bentukan silinder berukuran diameter 0,3 cm dan tinggi 0,5 cm yang dibuat dari pencampuran bubuk dan cairannya. *Glass ionomer* ini direndam dalam SBF bersama *bioactive glass* dari abu ampas tebu dan digunakan sebagai *core* (inti) pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA).

3.4.7 *Hydroxycarbonate apatite* (HCA)

Hydroxycarbonate apatite (HCA) merupakan suatu lapisan yang terbentuk pada permukaan *glass ionomer* yang direndam dalam SBF yang dicampur dengan *bioactive glass* abu ampas tebu selama 7 hari. HCA diamati menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) lalu dihitung persentase pembentukannya dengan menggunakan sistem *scoring*. Keberadaan lapisan ini telah dibuktikan dengan uji FTIR.

3.5 Sampel Penelitian

3.5.1 Kriteria Sampel Penelitian

Kriteria sampel penelitian ini yaitu *bioactive glass* silika abu ampas tebu, berbentuk serbuk, dan telah diayak menggunakan ayakan 200 mesh.

3.5.2 Besar Sampel

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

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

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

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

$$n = 1,96^2$$

$$n = 3,84$$

$$n = 4$$

Keterangan :

n = Besar sampel minimum

σ = Standart deviasi sampel

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

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

3.5.3 Pengelompokan Sampel Penelitian

Sampel dikelompokan sebagai berikut :

3.5.3.1 Kelompok kontrol

Kelompok kontrol (K) merupakan *glass ionomer* sebagai inti, yang direndam bersama SBF, tanpa diberi *bioactive glass* dari abu ampas tebu, dan dimasukkan dalam oven bersuhu $36,5^\circ\text{C}$ selama 7 hari

3.5.3.2 Kelompok perlakuan A

Kelompok perlakuan A (PA) merupakan *glass ionomer* sebagai inti, yang direndam bersama SBF, diberi *bioactive glass* dari abu ampas tebu dengan sintering suhu 1000°C waktu penahanan 2 jam, dan dimasukkan dalam oven bersuhu $36,5^\circ\text{C}$ selama 7 hari

3.5.3.2 Kelompok Perlakuan B

Kelompok perlakuan B (PB) merupakan *glass ionomer* sebagai inti, yang direndam bersama SBF, diberi *bioactive glass* dari abu ampas tebu dengan

sintering suhu 1500 °C waktu penahanan 2 jam, dan dimasukkan dalam oven bersuhu 36,5 °C selama 7 hari.

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

3.6.1 Alat Penelitian :

1. Oven
2. *Muffle furnace*
3. Saringan 200 mesh
4. Mortal dan pastel
5. Kertas saring
6. pH meter elektrik
7. Timbangan elektrik
8. Pengaduk magnet (*stirrer magnetic*)
9. *Beaker glass*
10. Tabung Erlenmeyer
11. Cawan porselin
12. *Paper pad*
13. *Glass plate*
14. Spatula agate
15. *Plastic filling instrument (PFI)*
16. Sonde
17. Tabung eppendorf 2 ml
18. SEM (*Scanning Electron Microscope*)
19. FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)
20. XRF (*X-Ray Fluorescence*)

3.6.2 Bahan Penelitian :

1. Abu ampas tebu
2. HCl 0.1 M
3. NaOH 2 N
4. Etanol 96%
5. HNO₃ 2M
6. P₂O₅
7. Ca(NO₃)₂ 4 H₂O
8. Aquades
9. Alkohol 70%
10. NaCl 99,5%
11. NaHCO₃ 99,5%
12. KCl 99%
13. NH₂HPO₄.2H₂O 99,5%
14. MgCl₂.6H₂O 98%
15. CaCl₂.2H₂O 99%
16. Na₂SO₄
17. (CH₂OH)₂CNH₂ 99,2%
18. HCl 1 M
19. *Glass ionomer* (bubuk dan cairan)
20. Cetakan berukuran diameter 0,3 cm dan tinggi 0,5 cm untuk mencetak *glass ionomer*

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

Sterilisasi alat dari logam dilakukan dengan pencucian bersih, lalu dimasukkan dalam *autoclave* dengan suhu 121°C selama 15 menit. Sedangkan sterilisasi alat dari plastik dilakukan dengan pencucian bersih, lalu dieringkan dan direndam 15 menit menggunakan alkohol 70%. (Lugito, 2013).

3.7.2 Pembuatan *bioactive glass* silika dari abu ampas tebu

3.7.2.1 Pembuatan abu ampas tebu

1. Mengeringkan ampas tebu sebanyak 10 kg di bawah sinar matahari
2. Membakar ampas tebu yang sudah kering dengan api

3.7.2.2 Ekstraksi silika

1. Melanjutkan pemanasan hasil pembakaran ampas tebu menggunakan alat *furnace* dengan suhu 1000°C dan 1500 °C dengan waktu penahanan 2 jam
2. Mengayak abu ampas tebu menggunakan ayakan 200 mesh. Hasil ayakan abu tersebut ditimbang dan diambil 25 gram.
3. Memasukkan 25 gram abu kedalam tabung erlenmeyer
4. Menambahkan larutan HCL 0.1 M sebanyak 150 ml, lalu diaduk secara otomatis dengan alat pengaduk magnet (*stirrer magnetic*) selama 1 jam.
5. Mendinginkan hasil pengadukan tersebut selama 24 jam pada suhu ruang.
6. Menyaring abu ampas tebu menggunakan kertas saring whatman dan membilasnya dengan akuades sambil dilakukan pengecekan pH menggunakan pH meter elektrik hingga pH 7.
7. Mengeringkan abu ampas tebu dalam oven suhu 110°C selama 2 jam,
8. Melakukan uji XRF

3.7.2.3 Pembuatan prekursor silika yang berupa natrium silika (Kristianingrum, *et al.*, 2011)

1. Menimbang abu ampas tebu untuk tahap selanjutnya sebanyak 10 gram
2. Memasukkan abu ke dalam tabung erlenmeyer, kemudian dicampur dengan larutan 60 ml NaOH 2 N, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet selama 1 jam sampai larutan mendidih.
3. Mendinginkan campuran di atas hingga mencapai suhu kamar
4. Menyaring campuran menggunakan kertas saring. Hasil penyaringan ini adalah residu berupa natrium silika basah.
5. Mengeringkan natrium silika dengan oven bersuhu 110°C selama 2 jam sehingga terbentuk natrium silika kering (prekursor silika).
6. Menyimpan natrium silika kering dalam desikator sambil menunggu untuk diproses ke tahap selanjutnya.

3.7.2.4 Pembuatan *bioactive glass* silika dari natrium silika (Adams *et al.*, 2013)

1. Menimbang natrium silika sebanyak 5 gram.
2. Memasukkan natrium silika ke dalam tabung erlenmayer, lalu dicampur dengan 15 ml akuades, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet.
3. Menambahkan 2,5 ml etanol 96% pada campuran di atas sambil tetap diaduk. Pengadukan tetap dilakukan sampai larutan berwarna jernih.
4. Menambahkan HNO₃ 2 M sampai pH larutan normal. Campuran ini tetap diaduk secara otomatis selama 1 jam.
5. Menambahkan 0,5 gram P₂O₅ ke dalam campuran di atas dan tetap diaduk selama 45 menit.
6. Menambahkan 4,1 gram Ca(NO₃)₂·4H₂O dan tetap diaduk selama 45 menit.
7. Mengaduk campuran tersebut selama 1 jam sampai terbentuk gel
8. Mendinginkan gel selama 5 hari dalam suhu ruang.

9. Mengeringkan gel tersebut dalam oven bersuhu 60°C selama 72 jam. Pengeringan akhir dilakukan menggunakan alat furnace dengan suhu 700°C selama 5 jam
10. Hasil proses ini disebut *powder bioactive glass* silika, lalu disimpan dalam desikator

3.7.3 Pembuatan Cairan Tubuh Buatan

1. Cairan tubuh buatan ini disusun dengan menggunakan reagen yang terdiri dari:
 - a. NaCl 99,5% sebanyak 6,547 gram
 - b. NaHCO_3 99,5% sebanyak 2,268 gram
 - c. KCl 99% sebanyak 0,373 gram
 - d. $\text{NH}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 99,5% sebanyak 0,178 gram
 - e. $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 98% sebanyak 0,305 gram
 - f. $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 99% sebanyak 0,368 gram
 - g. Na_2SO_4 sebanyak 0,071 gram
 - h. $(\text{CH}_2\text{OH})_2\text{CNH}_2$ 99,2% sebanyak 6,057 gram
 - i. HCl 1 Molar sebanyak 40 gram
2. Menyiapkan air sebanyak 960 ml, lalu tuangkan air sejumlah 200 ml dan diaduk menggunakan stirrer pada suhu 35°C .
3. Masukkan reagen seperti disebutkan dalam nomor (1) sesuai urutannya. Setiap tahapan pencampuran masing-masing reagen, diberi selang waktu 2 menit agar dapat larut secara merata (Purnama *et al.*, 2006)

3.7.4 Pembuatan dan Manipulasi *Glass Ionomer* sebagai Inti

1. Mengambil bubuk glass ionomer sejumlah 2 sendok peres di atas paper pad, lalu menuangkan 2 tetes cairan glass ionomer

2. Membagi bubuk menjadi 2 bagian, lalu mengarahkan bubuk ke cairan, lalu sedikit demi sedikit semua bubuk dicampurkan sampai habis dengan menggunakan spatula agate dengan gerakan memutar dan melipat
3. Memasukkan adonan ke dalam cetakan dari sedotan plastik berdiameter 0,3 cm dan tinggi 0,5 cm dengan menggunakan PFI hingga seluruh bagian cetakan terisi.
4. Jika sudah mengeras, *glass ionomer* dilepas dari cetakan dan didiamkan selama 24 jam.

3.7.5 Perendaman dalam SBF

1. Memasukkan 0,25 gram *bioactive glass* dan SBF 1 ml ke dalam tabung eppendorf, lalu larutan dicampur.
2. Memasukkan *glass ionomer* yang telah didiamkan selama 24 jam dan digunakan sebagai inti
3. Memasukkan eppendorf ke dalam oven dengan suhu 36,5 C selama 7 hari

3.7.6 Pengamatan

1. Setelah 7 hari, eppendorf dikeluarkan dari oven
2. Mengeluarkan *glass ionomer* dari eppendorf dengan menggunakan pinset dan dikeringkan
3. *Glass ionomer* diamati dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk melihat persentase pembentukan HCA, serta melakukan uji FTIR
4. Pengukuran persentase pembentukan HCA dari hasil SEM dilakukan dengan metode *scoring*.

3.7.7 Metode *Scoring* Penghitungan Persentase Pembentukan HCA

3.7.7.1 Metode *Scoring*

1. Penghitungan persentase pembentukan HCA pada hasil pengamatan SEM dilakukan dengan menggunakan kriteria *scoring* sebagai berikut:

Tabel 3.1 *Scoring* perhitungan HCA

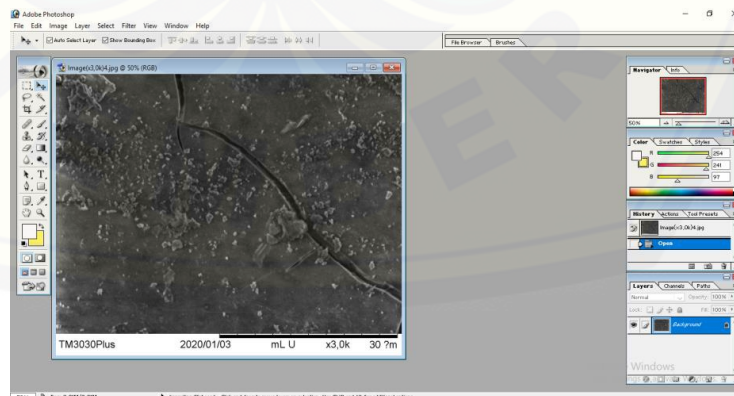
Skor	HCA
0	Tidak terdapat pembentukan HCA pada lapang pandang
1	Terdapat pembentukan HCA sebanyak $<1/3$ pada lapang pandang
2	Terdapat pembentukan HCA sebanyak $1/3-2/3$ pada lapang pandang
3	Terdapat pembentukan HCA sebanyak $>2/3$ pada lapang pandang
4	Terdapat pembentukan HCA penuh pada lapang pandang

- Penghitungan dilakukan dengan menggunakan rata-rata tiga pengamat dengan satu persepsi yang sama.
- Menjumlahkan total pembentukan HCA pada masing-masing penampang SEM lalu dinyatakan dalam bentuk persentase.

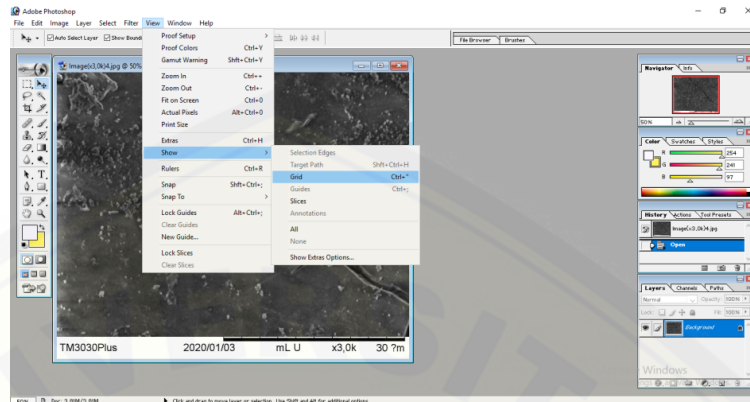
3.7.7.2 Penghitungan Persentase Pembentukan HCA

Persentase pembentukan HCA pada hasil uji SEM dilakukan dengan membuat penampang berbentuk kotak berukuran 0,5 cm x 0,5 cm menggunakan aplikasi *Adobe Photoshop 7.0* dengan cara sebagai berikut:

- Membuka aplikasi *Adobe Photoshop 7.0*
- Klik File --> Open --> memasukkan gambar SEM yang akan dipilih --> Open, lalu gambar akan muncul seperti di bawah ini

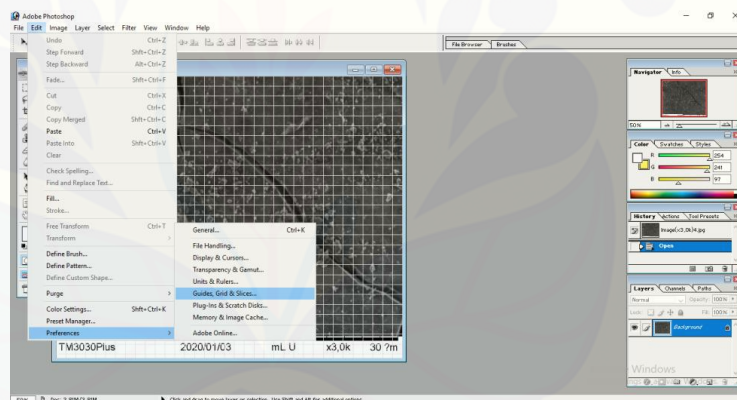
Gambar 3.1 Memasukkan gambar SEM pada *Photoshop*

3. Klik View --> Show --> Grid.



Gambar 3.2 Membuat *grid* pada *Photoshop*

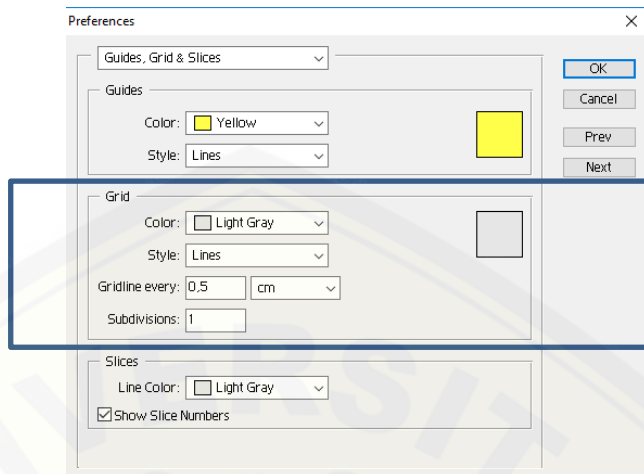
4. Kemudian atur ukuran *grid* kamar hitung dengan klik Edit --> Preferences --> Guides, Grid, Slices



Gambar 3.3 Memilih pengaturan *grid* pada *Photoshop*

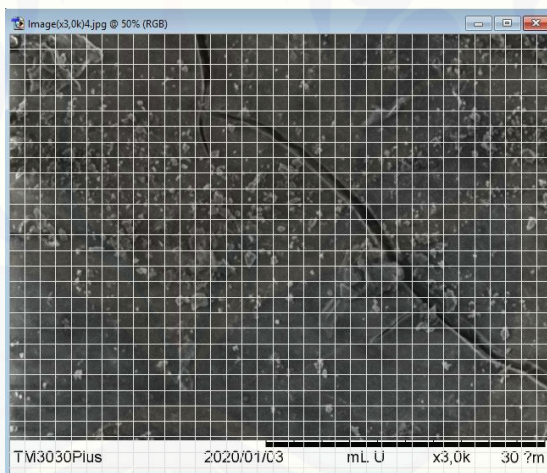
5. Atur pada bagian *grid* sebagai berikut:

Grid --> Color: light gray, Grid every: 0,5 cm, Subdivisions: 1 --> OK



Gambar 3.4 Mengatur warna, gaya, dan ukuran *grid* pada *Photoshop*

6. Lalu akan muncul hasil SEM dilengkapi dengan *grid* kamar hitung

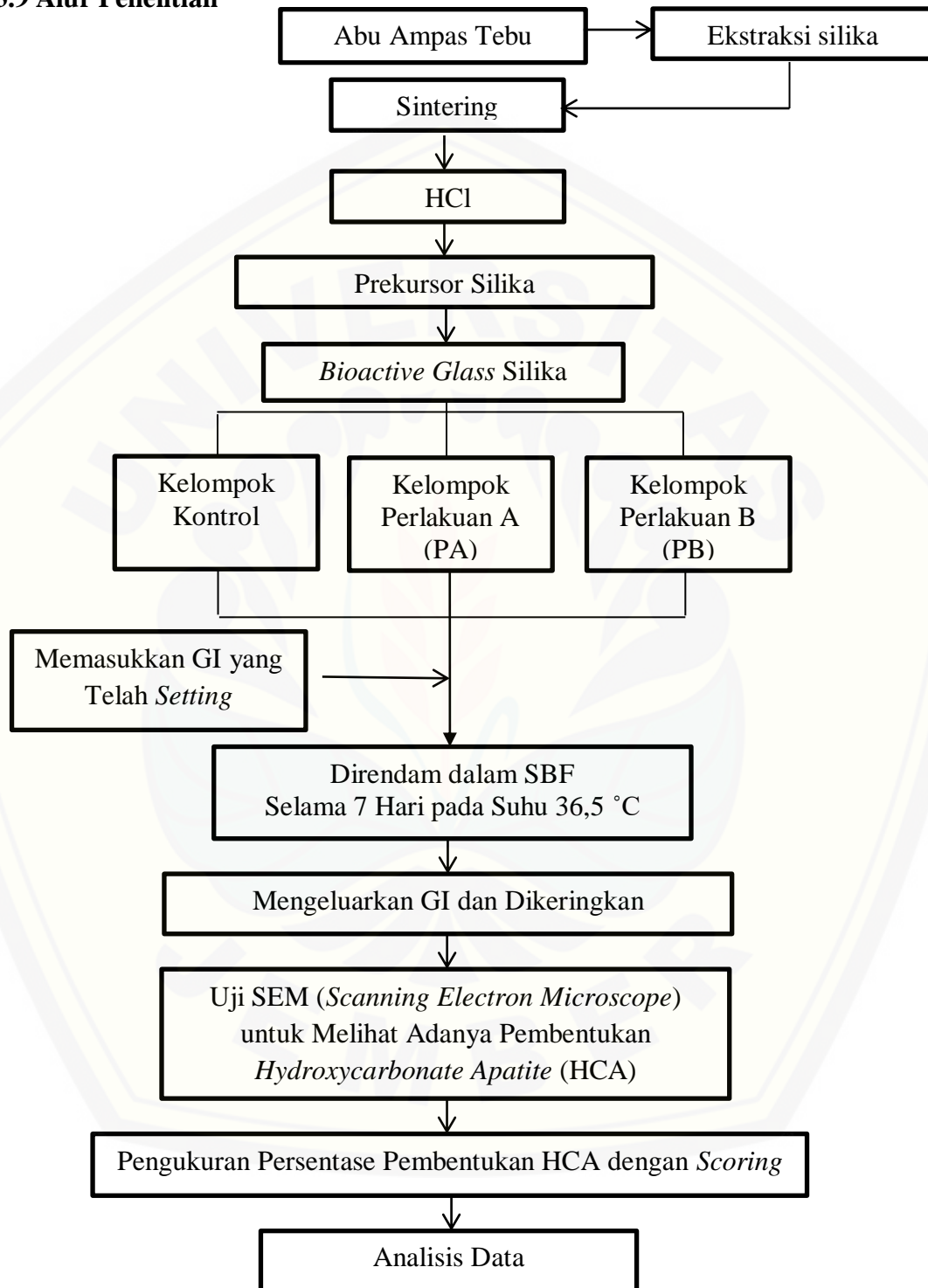


Gambar 3.5 Tampilan hasil SEM dengan *grid* pada *Photoshop*

3.8 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan perangkat lunak pengolahan data statistik yaitu program SPSS. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan Shapiro-Wilk dan uji homogenitas dengan menggunakan uji Levene's test. Selanjutnya dilakukan uji beda *one way annova*. Lalu dilakukan uji lanjutan menggunakan uji *Least Significance Different (LSD)* untuk menguji perbedaan antar kelompok.

3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.6 Alur penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah peningkatan suhu sintering pada proses ekstraksi silika yang digunakan sebagai sumber *bioactive glass*, berperan pada penurunan persentase pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA). Persentase pembentukan HCA dari *bioactive glass* berbasis silika dengan sintering 1000 °C lebih tinggi dibandingkan dengan sintering 1500 °C.

5.2 Saran

- 5.2.1 Perlu dilakukan penelitian pengamatan HCA dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan EDX (*Energy Dispersive X-ray spectroscopy*)
- 5.2.2 Perlu dilakukan penelitian dengan kontrol positif menggunakan produk *bioactive glass* yang sudah ada
- 5.2.3 Perlu dilakukan penelitian dengan dosis *bioactive glass* yang berbeda
- 5.2.4 Perlu dilakukan perendaman dalam SBF dalam waktu yang lebih lama
- 5.2.5 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh sintering abu ampas tebu terhadap pembentukan HCA dengan metode lain
- 5.2.6 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh sintering abu ampas tebu terhadap kekuatan mekanik *bioactive glass*

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, Z.M.E., Bahrololoom, M.H. Shariat dan R Bagheri. 2015. Bioactive glasses in dentistry a review. *Journal of Dental Biomaterials*. 2(1)
- Adams, L. A., E. R.Essien., R.O.Shaibu., dan A. Oki. 2013. Sol- gel synthesis of SiO_2 – CaO – Na_2O – P_2O_5 bioactive glass ceramic from sodium metasilicate. *New Journal of Glass and Ceramics*
- Akhtar, Kalsoom; Khan, Shahid Ali; Khan, Sher Bahadar; Asiri, Abdullah M. 2018. Scanning electron microscopy: principle and applications in nanomaterials characterization. Korea: Springer International Publishing AG
- Araújo, Marco; Miola, Marta; Baldi, Giovanni; Perez, Javier; Verné, Enrica. 2016. Bioactive glasses with low Ca/P ratio and enhanced bioactivity. *Journal Materials*. Italia
- Arfa, Basam A. E. Ben; Fernandes, Hugo R; Salvado, Isabel M. Miranda; Ferreira, José M. F; Pullar, Robert C. 2017. Synthesis and bioactivity assessment of high silica content quaternary glasses with Ca:P ratios of 1.5 and 1.67, made by a rapid sol-gel process. *Journal of Biomedical Materials Research*. Portugal: John Wiley & Sons, Inc.
- Baino, Francesco; Hamzehlou, Sepideh; Kargozar, Saeid. 2018. Bioactive glasses: where are we and where are we going? *Journal of Functional Biomaterials*
- Bellucci, D; Cannillo, V; Sola, A. 2010. An overview of the effects of thermal processing on bioactive glasses. Italia
- Budiarto, E. 2002. *Biostatistika untuk Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: EGC.
- Caluwé, T. De; Vercruysse, C.W.J; Ladik, I; Convents, R; Declercq, H; Martens, L.C; Verbeeck, R.M.H. 2017. Addition of bioactive glass to glass ionomer cements: effect on the physico-chemical properties and biocompatibility. *Journal Dental Materials*. Belgium
- Chen, Jianhui., L.Z. Xiaofeng., C.T. Liao dan J.F. Zheng. 2018. Preparationan characterization of bioactive glass tablets and evaluation of bioactivity and cytotoxicity in vitro. *Bioactive Material*. 3(3)

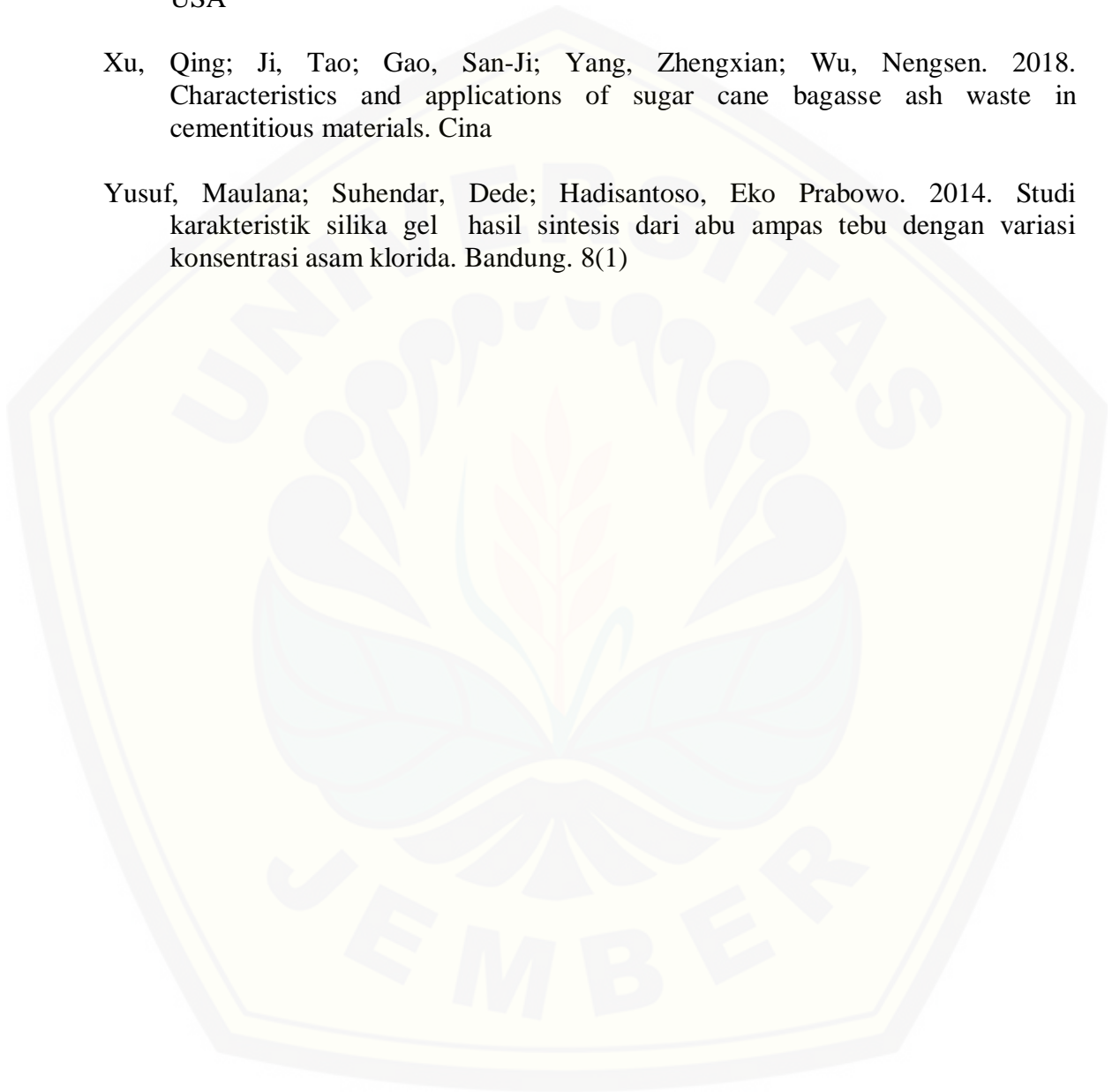
- Chen, Song; Cai, Yixiao; Engqvist, Håkan; Xia, Wei. 2016. Enhanced bioactivity of glass ionomer cement by incorporating calcium silicates. *Journal Biomatter*. Sweden
- Coates, John. 2006. Interpretation of infrared spectra, a practical approach. Amerika: John Wiley & Sons, Ltd.
- Deraz, Nasrallah M. 2017. Sintering process and catalysis. *International Journal of Nanomaterials, Nanotechnology and Nanomedicine*. Kairo. 4 (1)
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan
- Drago, Lorenzo; Toscano, Marco; Bottagisio, Marta. 2018. Recent evidence on bioactive glass antimicrobial and antibiofilm activity: a mini-review. *Journal Materials*. Italia
- Farooq, Imran; Imran, Zonera; Farooq, Umer; Leghari, Ali; Ali, Humera. 2012. Bioactive glass: a material for the future. *World Journal of Dentistry*. 3(2)
- Fiume, Elisa; Barberi, Jacopo; Verné, Enrica; Baino, Francesco. 2018. Bioactive glasses: from parent 45s5 composition to scaffold-assisted tissue-healing therapies. *Journal of Functional Biomaterials*. Italia
- Hardyanti, Ika Sri; Nurani, Isni; HP, Dyan Septyaningsih Hardjono; Apriliani, ; Evalisa; Prastyo, Emas Agus. 2017. Pemanfaatan silika (SiO₂) dan bentonit sebagai adsorben logam berat fe pada limbah batik. *Jurnal Sains Terapan*. Universitas negeri semarang. 3(2)
- Hariharan, V; Sivakumar G. 2013. Studies on synthesized nanosilica obtained from bagasse ash. *International Journal of ChemTech Research*. India. 5(3)
- Haslinawati, M.M; Matori, K.A; Wahab, Z.A; Sidek, H.A.A; Zainal, A.T. 2009. Effect of temperature on ceramic from rice husk ash. *International Journal of Basic & Applied Sciences*. Malaysia. 9(9)
- Hidayat, Wahyu. 2017. Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatit* pada Bubuk Glass Ionomer Tipe II dengan Penambahan *Bioactive Glass Nano Silica* Abu Ampas Tebu yang Diredam Cairan Tubuh Buatan. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Indrawanto, Chandra; Purwono, Siswanto, Syakir, M; Munarso, S Jono; Pitono, Joko; Rumini, Widi. 2012. *Budidaya dan Pasca Panen Tebu*. Jakarta: IAARD Press

- Ionescu, Claudia Turdean; Stevensson, Baltzar; Grins, Jekabs; Barba, Isabel Izquierdo; Garcia, Ana; Arcos, Daniel; Regi, Maria Vallet; Eden, Mattias. 2015. Composition-dependent in vitro apatite formation at mesoporous bioactive glass-surface quantified by solid-state NMR and powder XRD. Spain: The Royal Society of Chemistry 2015
- Jahanshahi, Mohsen; Rabiee, Sayed Mahmood; Ravarian, Roya; Nabian, Nima. 2009. Preparation and characterization of nano bioactive glass based on the CaO-P2O5- SiO₂ system. *Global Science Books*. Iran
- Jones, J.R. 2013. *Review of Bioactive Glass: From Hench to Hybrids. Acta Biomaterialia*.9(1):4457-4486.
- Joshaghani, Arireza; Moeini, Mohammad Amin. 2017. Evaluating the effects of sugar bagasse ash (scba) and the mechanical and durability properties of mortar. USA: Elsevier
- Karasu, Bekir; Yanar, Ali Ozan; Kocak, Alper; Kisacik, Ozden. 2017. Bioactive glasses. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*. Turki. 4(3)
- Kazmi, Syed M.S; Abbas, Safeer; Saleem, Muhammad A; Munir, Muhammad J; Khitab, Anwar. 2016. Manufacturing of sustainable clay bricks: utilization of waste sugarcane bagasse and rice husk ashes. Pakistan: Elsevier
- Kementerian Pertanian. 2016. *Outlook Tebu*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal
- Kokubo, Tadashi; Takadama, Hiroaki. 2007. Simulated body fluid (sbf) as a standard tool to test the bioactivity of implants. Weinheim
- Krishnan, V dan T. Lakshmi. 2013. Bioglass: a novel biocompatible innovation. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology and Research*. 4(2)
- Kristianingrum, S., E.D. Siswani dan A. Fillaeli. 2011. Pengaruh Jenis Asam pada Sintesis Silika Gel dari Abu Bagasse dan Uji Sifat Adsorbtifnya Terhadap Ion Logam Tembaga (II). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Yogyakarta
- Lugito, M. D. H. 2013. *Kontrol infeksi dan keselamatan kerja dalam praktek kedokteran gigi. Jurnal PDGI*. 62(1)
- Misran, Erni. 2005. Industri tebu menuju zero waste industry. *Jurnal Teknologi Proses*. Medan: Media Publikasi Karya Ilmiah Teknik Kimia. 4(2)

- Munajad, Abi; Subroto, Cahyo; Suwarno. 2018. Fourier transform infrared (ftir) spectroscopy analysis of transformer paper in mineral oil-paper composite insulation under accelerated thermal aging. Bandung
- Nandiyanto, Asep Bayu Dani; Oktiani, Rosi; Ragadhita, Risti. 2019. How to read and interpret ftir spectroscopy of organic material. *Indonesian Journal of Science and Technology*. Bandung
- Ning, C. Q; Mehta, J; Ghannam, A. El. 2005. Effects of silica on the bioactivity of calcium phosphate composites in vitro'. *Journal Mater. Sci. Mater. Med.* Vol. 16. No. 4
- Norsuraya, S; Fazlenaa, H; R.Norhasyimi. 2016. Sugarcane bagasse as a renewable source of silica to synthesize santa barbara amorphous-15 (sba-15). *4th International Conference on Process Engineering and Advanced Materials*. Selangor: Elsevier
- Nourmohammadi, Jhamak; Sadrnezhaad, S. K; Ghader, A. Behnam. 2008. Bone-like apatite layer formation on the new resin-modified glass-ionomer cement. *Journal Material Science: Mater Med.* Iran: Springer
- Oyane, Ayako; Kim, Hyun-Min; Furuya, Takuo; Kokubo, Tadashi; Miyazaki, Toshiki; Nakamura, Takashi. 2003. Preparation and assessment of revised simulated body fluids. Jepang: Wiley Periodicals, Inc
- Pariante, J. Pérez; Balas, F; Román, J; Salinas, A. J; Regí, Vallet, M. 1999. Influence of composition and surface characteristics on the *in vitro* bioactivity of SiO₂-CaO-P₂O₅-MgO sol-gel glasses. *Journal of Biomedical Materials Research*. John Wiley & Sons
- Peitl, Oscar; Zanotto, Edgar Dutra; Hench, Larry L. 2001. Highly bioactive P₂O₅-Na₂O-CaO-SiO₂ glass-ceramics. *Journal of Non-Crystalline Solids*. Brazil
- Putri, Catur Kinasih. 2016. Pemanfaatan Bioactive Glass Nano Silika dari Abu Ampas Tebu sebagai *Remineralizing Agent* Untuk Meminimalkan Kebocoran Tepi Semen Ionomer Kaca. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
- Rahman, Ismail Ab; Padavettan, Vejayakumaran. 2012. Synthesis of silica nanoparticles by solgel: size-dependent properties, surface modification, and applications in silica-polymer nanocomposites in review. *Journal of Nanomaterials*. Malaysia

- Rojek, Jerzy; Nosewicz, Szymon; Maździarz, Marcin; Kowalczyk, Piotr; Wawrzyk, Krzysztof; Lumelskyj, Dmytro. 2017. Modeling of a sintering process at various scales. *Procedia Engineering*. Polandia
- Rompas, Gerry Phillip; Pangouw, J.D.; Pandaleke, R.; Mangare, J.B. 2013. Pengaruh pemanfaatan abu ampas tebu sebagai substitusi parsial semen dalam campuran beton ditinjau terhadap kuat tarik lentur dan modulus elastisitas. Universitas Sam Ratulangi. 1(2)
- Santos, Silmara Caldas; Barreto, Ledjane Silva; Santos Euler Araujo dos. 2016. Nanocrystalline apatite formation on bioactive in a sol-gel synthesis. *Journal of Non-Crystalline Solids*. Brazil: Elsevier
- Sapei, Lanny; Padmawijaya, Karsono Samuel; Sutejo, Agustina; Theresia, Liliana. 2015. Karakterisasi silika sekam padi dengan variasi temperatur leaching menggunakan asam asetat. *Jurnal Teknik Kimia*. Surabaya. 9(2)
- Schubert, U. dan N. Husing. 2000. *Synthesis of inorganic material*. Willey-VCH Verlag GmbH. D-69469 Wernheim. Federal Republik of Germany
- Setiabudi, Agus; Hardian, Rifan; Muzakir, Ahmad. 2012. *Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*. Bandung: UPI PRESS
- Sidhu, Sharanbir K.; Nicholson, John W. 2016. A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. *Journal of Functional Biomaterials*. London
- Sulastri, Siti; Kristianingrum, Susila. 2010. Berbagai Macam Senyawa Silika: Sintesis, Karakterisasi dan Pemanfaatan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian*. Universitas Negeri Yogyakarta
- Surbakti, Atmaja; Oley, Maximillian Ch. Prasetyo, Eko. 2017. Perbandingan antara penggunaan karbonat apatit dan hidroksi apatit pada proses penutupan defek kalvaria dengan menggunakan plasma kaya trombosit. *Jurnal Biomedik*. Manado. 2(2)
- Tutu, Rais; Subaer; Usman. 2015. Studi analisis karakterisasi dan mikrostruktur mineral sedimen sumber air panas sulili di kabupaten pinrang. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. Universitas Negeri Makassar
- Wijaya, K. 2010. Nanomaterial berlapis dan berpori: sintesis, karakterisasi dan perannya sebagai material multi fungsi. Yogyakarta: UGM.

- Xie, D; Jun Z; Yiming W.; et al. 2008. European Journal of Oral Science: Bioactive Glass Ionomer Cement with Potential Therapeutic Function to Dentin Capping Mineralization. Departement of Biomedical Engineering, Indiana University. USA
- Xu, Qing; Ji, Tao; Gao, San-Ji; Yang, Zhengxian; Wu, Nengsen. 2018. Characteristics and applications of sugar cane bagasse ash waste in cementitious materials. Cina
- Yusuf, Maulana; Suhendar, Dede; Hadisantoso, Eko Prabowo. 2014. Studi karakteristik silika gel hasil sintesis dari abu ampas tebu dengan variasi konsentrasi asam klorida. Bandung. 8(1)



LAMPIRAN

A. Surat 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
I.	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

B. Surat Izin Penelitian**B1. Surat Izin Penelitian Melakukan Sintering Abu Ampas Tebu dengan Suhu 1500 °C 2 Jam di Balai Keramik Bandung**

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

Nomor : 633/UN25.8.TL/2019

30 AUG 2019

Perihal : Proposal Penelitian

Yth. Ibu Cucum Balai Besar Keramik
Jl.Jend.A.Yani no.392 Bandung 40272
Di Bandung

Dalam rangka pengumpulan data penelitian guna penyusunan skripsi maka, dengan hormat kami mohon bantuan dan kesediaannya untuk memberikan ijin penelitian kami. Penelitian kami mengenai analisis kadar dan kemurnian silika (SiO_2) dari abu ampas tebu dengan variasi temperatur kalsinasi. Dalam penelitian ini kami membutuhkan furnace dengan kapasitas temperatur 1500°C untuk proses kalsinasi selama 2 jam dan 4 jam.

Kami mengajukan melakukan penelitian ini pada hari jumat, sabtu, dan minggu. Berikut merupakan rincian spesimen yang kami lakukan.

No	Spesimen	Berat (gram)	Jumlah sampel	Total (gram)	Temperatur (°C)	Waktu penahan (jam)	Keterangan
1.	Abu ampas tebu	70	4	280	1500	2	Hasil akhir warna putih
2	Abu ampas tebu	70	4	280	1500	4	Hasil akhir warna putih

Dari tabel tersebut kami lampirkan dokumentasi pendukung. Kami berharap bantuan untuk mendukung penelitian yang kami lakukan dan diperbolehkan untuk mengambil gambar guna lampiran penelitian kami. Demikian proposal penelitian ini, atas kerjasama yang baik kami sampaikan terimakasih.

Peneliti 1

Ufa Mayasari

NIM. 161610101063

Peneliti 2

Yenny Afiv Rosvanah C.

NIM. 161610101097



B2. Surat Izin Penelitian Melakukan Sintering Abu Ampas Tebu dengan Suhu 1000 °C 2 Jam di Laboratorium EHP Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember



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

Nomor : 5869 /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 | : Yenny Afiv Rosyanah Canerry |
| 2 | NIM | : 161610101097 |
| 3 | Semester/Tahun | : 2019/2020 |
| 4 | Fakultas | : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember |
| 5 | Alamat | : Jl. Kalimantan No. 37 Jember |
| 6 | Judul Penelitian | : Pengaruh Kalsinasi 1000°C dan 1500°C dengan Waktu Penahanan 2 Jam <i>Bioactive Glass Nano Silika</i> Abu Ampas Tebu Terhadap Pembentukan <i>Hydroxycarbonate Apatite</i> |
| 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 ₂) Abu Ampas Tebu dengan Menggunakan Kalsinasi |
| 11 | Dosen Pembimbing | : 1. drg. Izzata Barid, M.Kes
: 2. Dr.drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes |

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih

an. Dekan
Wakil Dekan I,



dr. Masniari Novita, Sp.OF
11251999032001

Tembusan:

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

**B3. Surat Izin Penelitian Pembuatan *Bioactive Glass* Silika Abu Ampas Tebu di
Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember**



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

Nomor : ~~024~~ /UN25.S.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 | : Yenny Afiv Rosyanah Canerry |
| 2 | NIM | : 161610101097 |
| 3 | Semester/Tahun | : 2018/2019 |
| 4 | Fakultas | : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember |
| 5 | Alamat | : Jalan Kalimantan Krajan Timur Sumbersari,
Kabupaten Jember, Jawa Timur |
| 6 | Judul Penelitian | : Pengaruh Kalsinasi 1000°C dan 1500°C Dengan
Waktu Penahanan 2 Jam <i>Bioactive Glass</i> Nano
Silika Abu Ampas Tebu terhadap Pembentukan
<i>Hydroxycarbonate Apatite</i> |
| 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 |

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih



Dr. drg. Tasniari Novita, Sp.OF (K)
NIP.196811251999032001

C. Hasil Analisis Data Penelitian

C1. Hasil Uji Normalitas Menggunakan Uji *Shapiro-Wilk*

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Prosentase (HCA)	Perlakuan suhu 1000 2 jam	,309	4	,917	4	,522
	Perlakuan suhu 1500 2 jam	,295	4	,824	4	,152
	Kontrol		4		4	

a. Lilliefors Significance Correction

C2. Hasil Uji Homogenitas Menggunakan *Levene Test*

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Prosentase (HCA)	Based on Mean	3,911	2	9	,060
	Based on Median	2,412	2	9	,145
	Based on Median and with adjusted df	2,412	2	3,127	,232
	Based on trimmed mean	3,705	2	9	,067

C3. Hasil Uji *One Way Anova*

ANOVA

Prosentase (HCA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	896,327	2	448,163	17,749	,001
Within Groups	227,252	9	25,250		
Total	1123,579	11			

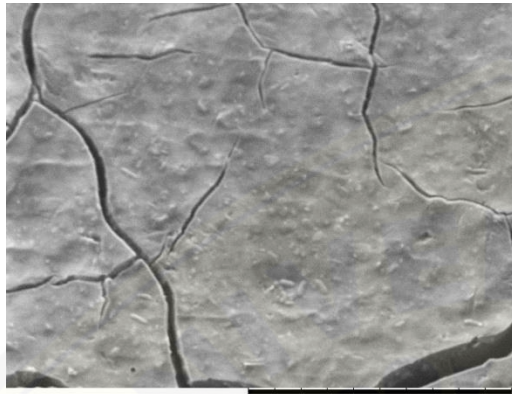
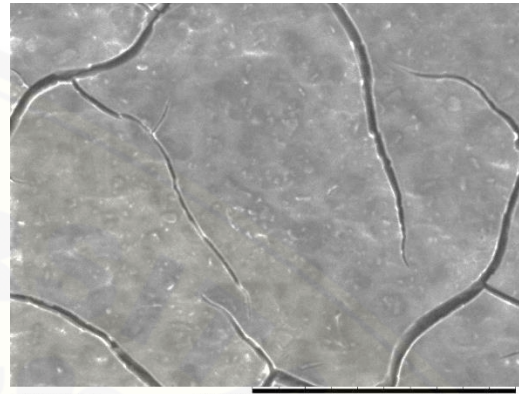
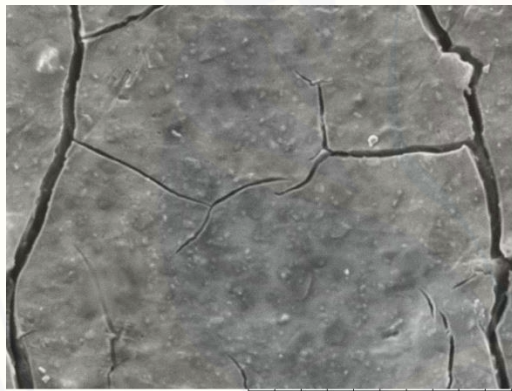
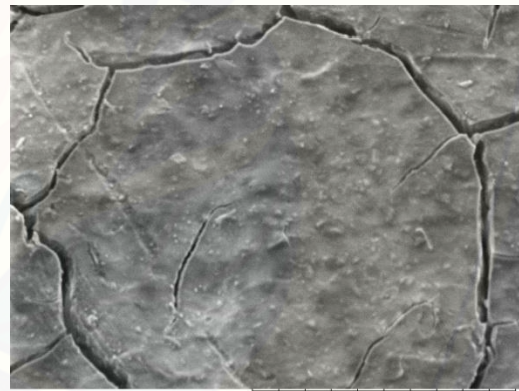
C4. Hasil Uji Lanjutan LSD (*Least Significance Different*)**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Prosentase (HCA)

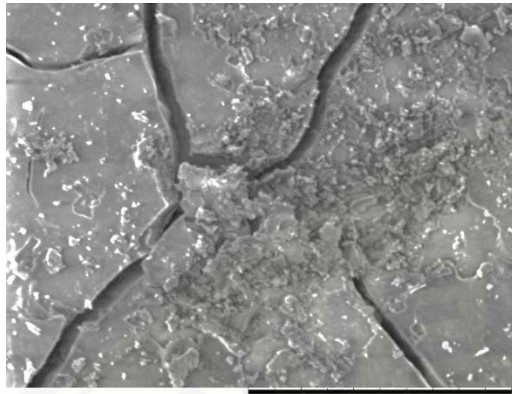
LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan suhu 1000 2 jam	Perlakuan suhu 1500 2 jam	12,22750*	3,55319	,007	4,1896	20,2654
	Kontrol	21,08000*	3,55319	,000	13,0421	29,1179
Perlakuan suhu 1500 2 jam	Perlakuan suhu 1000 2 jam	-12,22750*	3,55319	,007	-20,2654	-4,1896
	Kontrol	8,85250*	3,55319	,034	,8146	16,8904
Kontrol	Perlakuan suhu 1000 2 jam	-21,08000*	3,55319	,000	-29,1179	-13,0421
	Perlakuan suhu 1500 2 jam	-8,85250*	3,55319	,034	-16,8904	-,8146

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

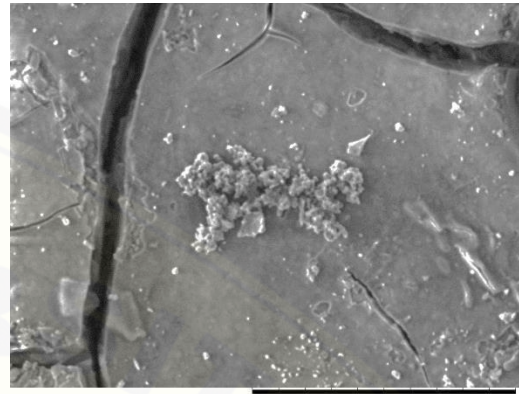
D. Hasil Analisa *Scanning Electron Microscope* (SEM)**D1 Kelompok Kontrol****Sampel 1****Sampel 2****Sampel 3****Sampel 4**

Gambar D1 Karakterisasi SEM HCA pada permukaan *glass ionomer* kelompok kontrol dengan menggunakan SEM tipe *TM3030Plus* perbesaran 3000X

D2 Kelompok Perlakuan Suhu 1000 °C 2 Jam

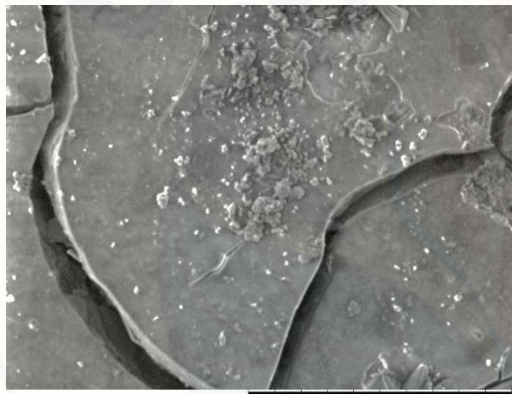
TM3030Plus 2020/01/03 I L U x3,0k 30 ?m

Sampel 1



TM3030Plus 2020/01/03 I L U x3,0k 30 ?m

Sampel 2



TM3030Plus 2020/01/03 I L U x3,0k 30 ?m

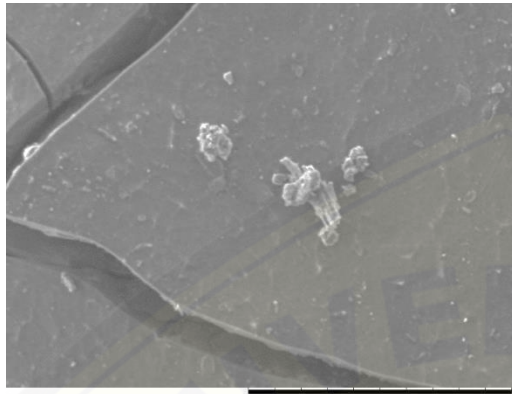
Sampel 3



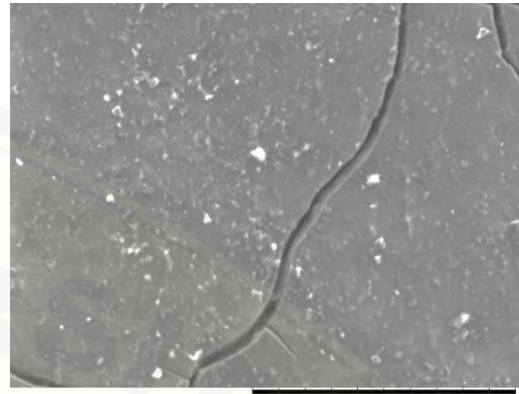
TM3030Plus 2020/01/03 mL U x3,0k 30 ?m

Sampel 4

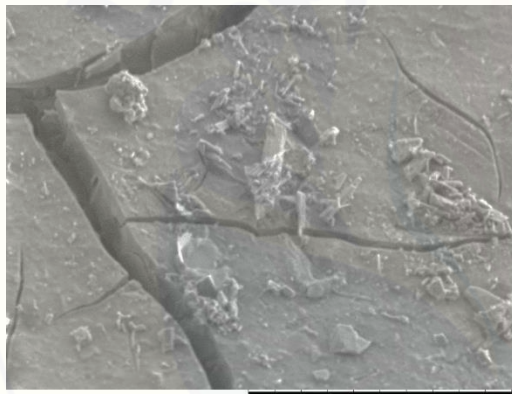
Gambar D2 Karakterisasi SEM HCA pada permukaan *glass ionomer* kelompok perlakuan suhu 1000 °C 2 jam dengan menggunakan SEM tipe *TM3030Plus* perbesaran 3000X

D3 Kelompok Perlakuan Suhu 1500 °C 2 Jam

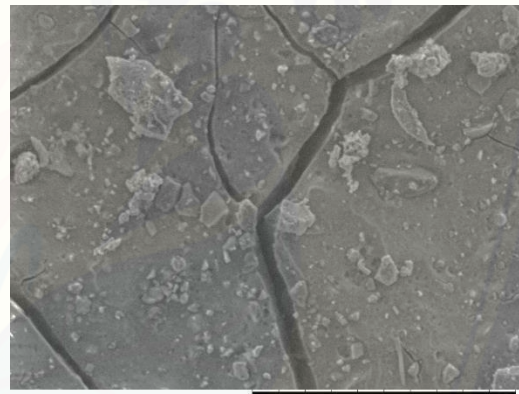
Sampel 1



Sampel 2



Sampel 3



Sampel 4

Gambar D3 Karakterisasi SEM HCA pada permukaan *glass ionomer* kelompok perlakuan suhu 1500 °C 2 jam dengan menggunakan SEM tipe *TM3030Plus* perbesaran 3000X

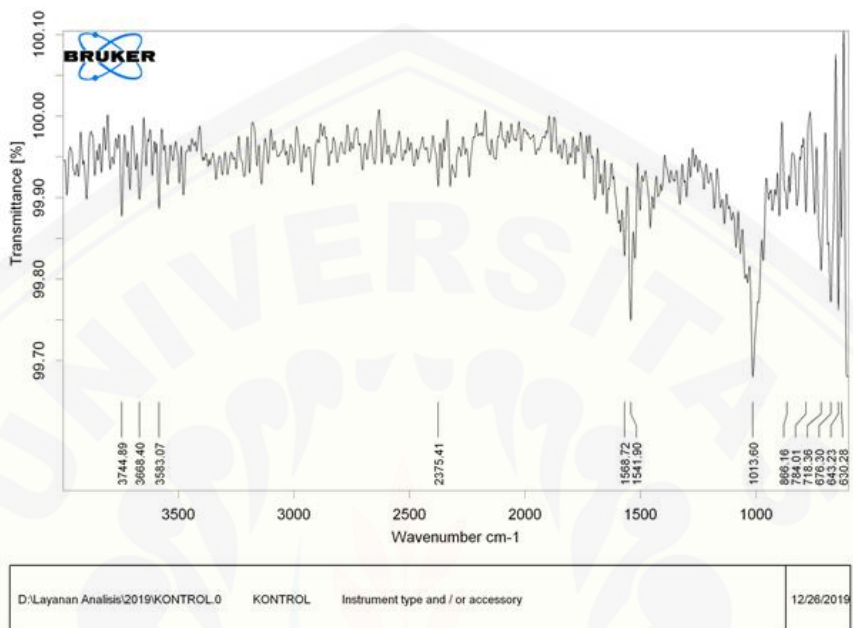
E. Hasil Uji XRF Setelah Sintering dan Pencucian dengan HCl

Tabel E. Hasil Uji XRF Setelah Sintering dan Pencucian dengan HCl

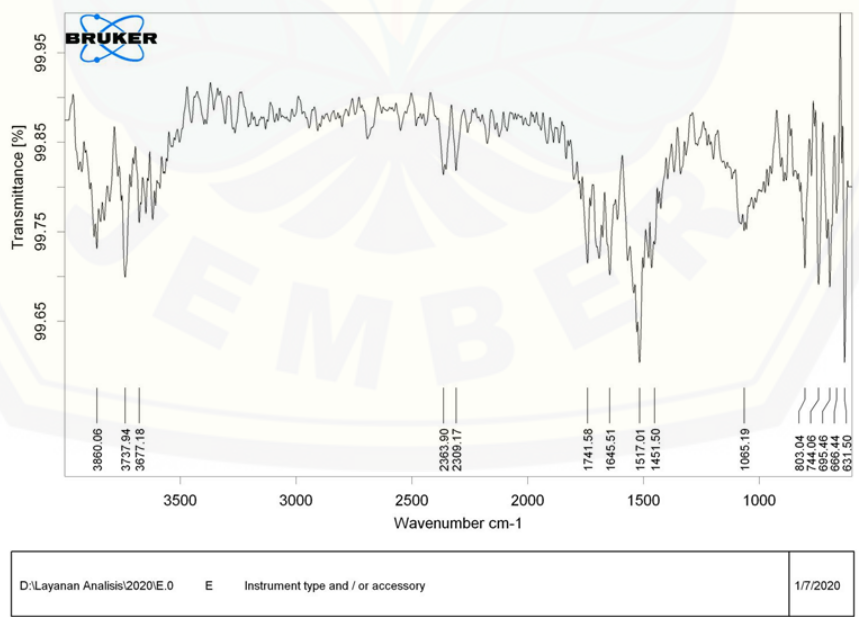
Unsur yang Muncul	Persentase Unsur (%)	
	Perlakuan 1000 °C 2 jam	Perlakuan 1500 °C 2 jam
Si	61,6	57,6
P	1,9	1,2
K	14,7	13,4
Ca	10,3	12,3
Mn	6,6	5,7
Ba	2,6	2,3
Ti	1	1,3
Cr	0,98	0,81
V	0,25	0,25
Al	-	3,9
Br	-	1

F. Hasil Uji FTIR HCA

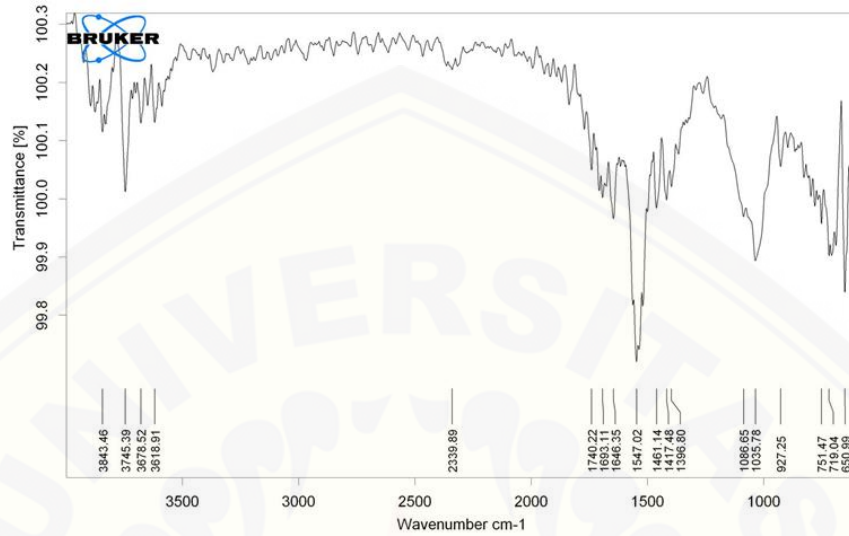
F1. Kelompok Kontrol



F2. Kelompok Perlakuan Suhu 1000 °C 2 Jam



F3. Kelompok Perlakuan Suhu 1500 °C 2 Jam



D:\Layanan Analisis\2020\G.0	G	Instrument type and / or accessory	1/9/2020
------------------------------	---	------------------------------------	----------

G. Alat dan Bahan Penelitian

G1. Alat Penelitian



Oven



Muffle furnace



Saringan 200 mesh



Mortal dan pastel



Kertas saring



pH meter elektrik



Timbangan elektrik



Pengaduk magnet (*stirrer magnetic*)



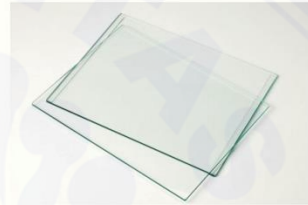
Beaker glass



Cawan porselin



Paper pad, spatula agate, PFI



Glass plate



Sonde



Tabung eppendorf 2 ml



SEM



FTIR

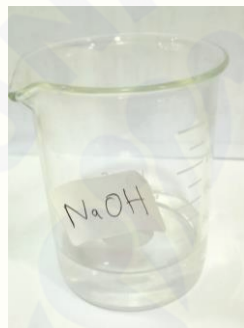
G2. Bahan Penelitian



Abu ampas tebu



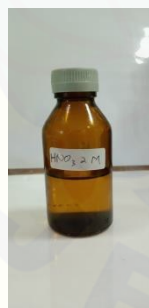
HCl 0.1 M



NaOH 2 N



Etanol 96%



HNO₃ 2M



P₂O₅



$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$



Aquades



SBF



Glass ionomer (bubuk dan cairan)



Alkohol 70%

H. Dokumentasi Prosedur Penelitian

Pembuatan abu ampas tebu



1. Mengeringkan ampas tebu



2. Membakar ampas tebu kering

Ekstraksi silika dan pembuatan prekursor silika yang berupa natrium silika



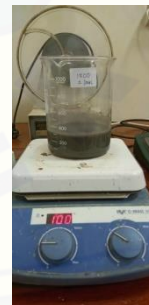
1. Membakar dengan furnace



2. Mengayak abu ampas tebu



3. Memasukkan abu, ditambah HCL 0.1 M 150 ml, diaduk dengan *stirrer magnetic* 1 jam, didiamkan suhu ruang 24 jam, lalu disaring



4. Setelah dioven, memasukkan abu, dicampur 60 ml NaOH 2 N, diaduk dengan *stirrer magnetic* 1 jam sampai mendidih

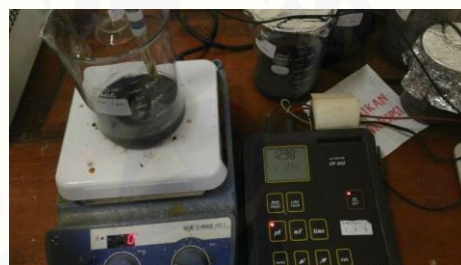


5. Setelah didinginkan dalam suhu ruang, residu berupa natrium silika basah dikeringkan dengan oven 110°C 2 jam
6. Terbentuk natrium silika kering (prekursor silika).

Pembuatan *bioactive glass* silika dari natrium silika



1. Menimbang natrium silikat



2. Natrium silika dicampur akuades, diaduk menggunakan pengaduk magnet, lalu ditambahkan etanol 96% sambil tetap diaduk



3. Menambahkan HNO_3 2 M sampai pH larutan normal, dan diaduk selama 1 jam



4. pH larutan normal



5. Menambahkan P_2O_5 dan tetap diaduk selama 45 menit



6. Menambahkan $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ dan diaduk 45 menit. Lalu diaduk 1 jam sampai terbentuk gel dan didiamkan 5 hari dalam suhu ruang



7. Mengeringkan gel dalam oven $60^\circ C$ 72 jam, lalu dikeringkan dengan furnace $700^\circ C$ 5 jam, dan terbentuk *powder bioactive glass silika*