



**ANALISIS PEMBENTUKAN *HYDROXYCARBONATE APATIT* PADA
BUBUK *GLASS IONOMER* TIPE II DENGAN PENAMBAHAN
BIOACTIVE GLASS NANO SILICA ABU AMPAS TEBU
YANG DIRENDAM CAIRAN TUBUH BUATAN**

SKRIPSI

Oleh:

Wahyu Hidayat

NIM 131610101002

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

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

Dosen Penguji Ketua : drg. Agus Sumono, M.Kes

Dosen Penguji Anggota : drg. Lusi Hidayati, M.Kes

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2017



**ANALISIS PEMBENTUKAN *HYDROXYCARBONATE APATIT* PADA
BUBUK *GLASS IONOMER* TIPE II DENGAN PENAMBAHAN
BIOACTIVE GLASS NANO SILICA AMPAS TEBU
YANG DIRENDAM CAIRAN TUBUH BUATAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan pendidikan di Fakultas Kedokteran Gigi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh

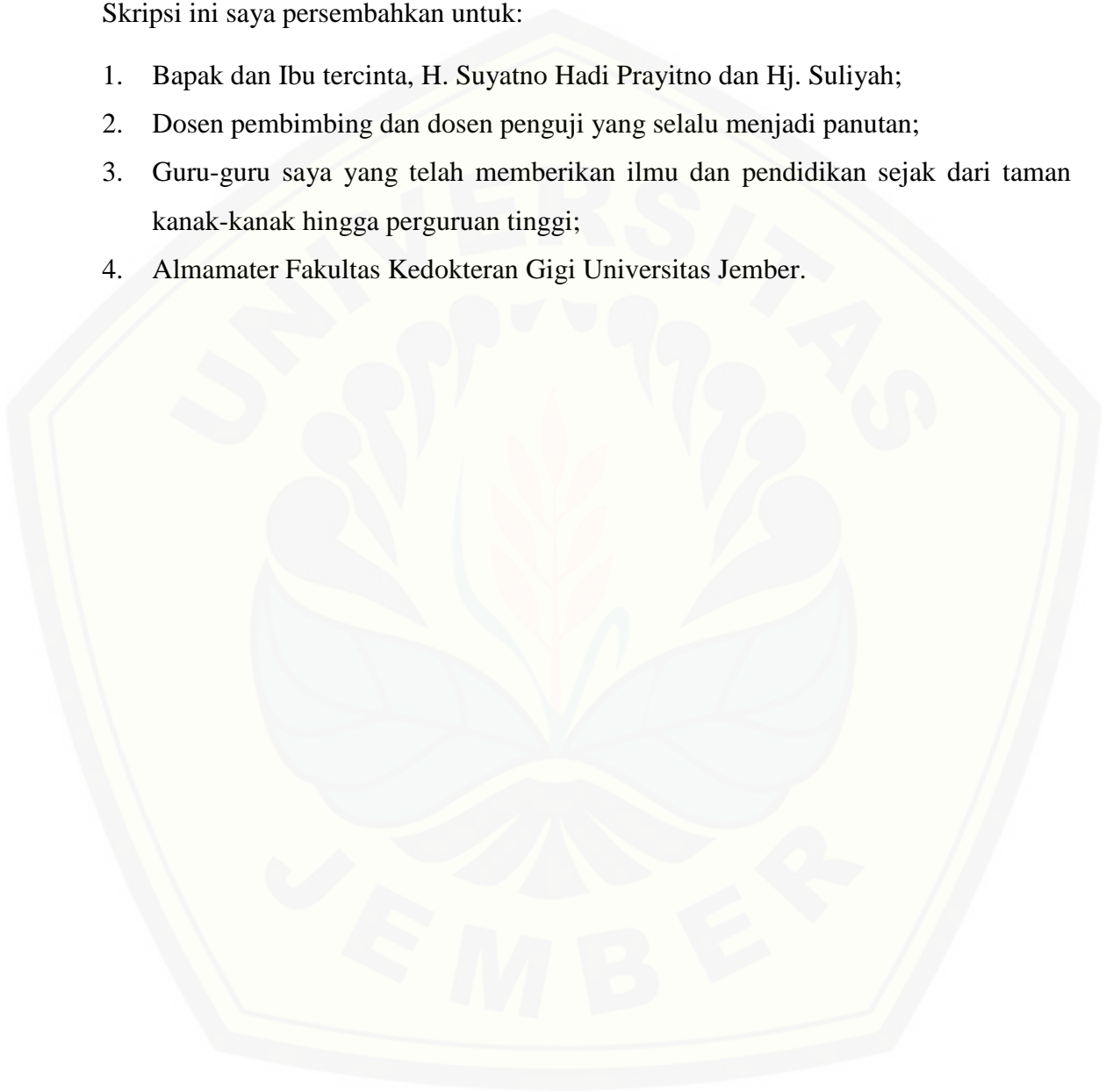
**Wahyu Hidayat
NIM 131610101002**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak dan Ibu tercinta, H. Suyatno Hadi Prayitno dan Hj. Suliyah;
2. Dosen pembimbing dan dosen penguji yang selalu menjadi panutan;
3. Guru-guru saya yang telah memberikan ilmu dan pendidikan sejak dari taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.



MOTO

“Tunjukilah kami jalan yang lurus”

(Q.S Al-Fatihah ayat 6)*



*Q.S Al-Fatihah ayat 6

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wahyu Hidayat

Nim : 131610101002

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatit* Pada Bubuk *Glass Ionomer Tipe II* dengan Penambahan *Bioactive Glass Nano Silica* Abu Ampas Tebu yang Direndam Cairan Tubuh Buatan” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum diajukan pada institusi manapun, serta 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 Januari 2017

Yang menyatakan,

Wahyu Hidayat

NIM 131610101002

SKRIPSI

**ANALISIS PEMBENTUKAN *HYDROXYCARBONATE APATIT* PADA
BUBUK *GLASS IONOMER* TIPE II DENGAN PENAMBAHAN
BIOACTIVE GLASS NANO SILICA ABU AMPAS TEBU
YANG DIRENDAM CAIRAN TUBUH BUATAN**

Oleh

**Wahyu Hidayat
NIM 131610101002**

Dosen Pembimbing:

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatit* Pada Bubuk *Glass Ionomer* Tipe II dengan Penambahan *Bioactive Glass Nano Silica* Abu Ampas Tebu yang Direndam Cairan Tubuh Buatan” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember pada :

Hari, tanggal : 28 Desember 2016

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Tim Penguji

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

drg. Agus Sumono, M.Kes
NIP. 196804012000121001

drg. Lusi Hidayati, M. Kes
NIP. 19740415200501200

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

drg. Izzata Barid, M.Kes
NIP. 196805171997022001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember,

drg. Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp. Pros
NIP. 196901121996011011

RINGKASAN

Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatit* Pada Bubuk *Glass Ionomer Tipe II* dengan Penambahan *Bioactive Glass Nano Silica* Abu Ampas Tebu yang di Rendam Cairan Tubuh Buatan ; Wahyu Hidayat, 131610101002; 2017; 74 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Dentin merupakan pembentuk utama struktur gigi dan meluas hampir keseluruhan panjang gigi. Dentin merupakan jaringan keras tetapi juga elastis yang tersusun dari tubulus-tubulus kecil yang tersusun sejajar dalam matriks kolagen. Mineral dentin dapat menghilang akibat proses demineralisasi namun mineral dentin dapat dikembalikan dengan proses remineralisasi. Salah satu bahan remineralisasi adalah *bioactive glass*. *Bioactive glass* merupakan suatu bahan yang bereaksi dengan cairan tubuh yang membentuk ikatan kuat pada tulang dengan membentuk lapisan *hydroxycarbonate apatite* (HCA). Dibidang kedokteran gigi *bioactive glass* digunakan sebagai bahan tambahan *glass ionomer*. *Bioactive glass nano silica* dengan ukuran nano partikel sudah mulai dikembangkan karena bahan tersebut mampu membentuk HCA lebih cepat dibandingkan ukuran mikro partikel. Salah satu komposisi terbesar *bioactive glass* adalah *silica*. Sumbernya bisa dari bahan organik contohnya adalah abu ampas tebu. Tujuan penelitian mengetahui pembentukan struktur *hydroxycarbonate apatite* (HCA) dari bubuk *glass ionomer* yang ditambahkan bubuk *bioactive glass nano silica* abu ampas tebu yang direndam pada cairan tubuh buatan.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *post-test with control group design*. Terdapat 6 kelompok penelitian, yaitu : kelompok 1 (GIGB1) *glass ionomer* dengan penambahan *bioactive glass nano silica* ampas tebu 0,04 wt% perendaman 5 menit, kelompok 2 (GIGB2)

glass ionomer dengan penambahan *bioactive glass nano silica* ampas tebu 0,04 wt% perendaman 30 menit, kelompok 3 (GIGB3) *glass ionomer* dengan penambahan *bioactive glass nano silica* ampas tebu 0,04 wt% perendaman 60 menit, kelompok 4 (GI1) *glass ionomer* dengan perendaman 5 menit, kelompok 5 (GI2) *glass ionomer* dengan perendaman 30 menit, kelompok 6 (GI3) *glass ionomer* dengan perendaman 60 menit, selanjutnya analisis pembentukan HCA dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* dan dilanjutkan analisis area pembentukan HCA menggunakan aplikasi *software ImageJ*.

Data hasil penelitian menunjukkan perbedaan bermakna ($p > 0,05$) pada pembentukan HCA antara kelompok *glass ionomer* yang ditambah *bioactive glass nano silica* abu ampas tebu 0,04 wt% pada uji pembentukan HCA. Pembentukan HCA pada kelompok *glass ionomer* yang ditambah *bioactive glass nano silica* lebih besar. Lamanya perendaman akan meningkatkan pembentukan HCA secara bermakna ($p > 0,05$), semakin lama perendaman maka akan semakin meningkatkan pembentukan HCA. Disimpulkan penambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu pada bubuk *glass ionomer* dan waktu perendaman yang lama menyebabkan peningkatan pembentukan HCA.

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji dan syukur hanya milik Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate Apatit* Pada Bubuk *Glass Ionomer* Tipe II dengan Penambahan *Bioactive Glass Nano Silica* Abu Ampas Tebu yang di Rendam Cairan Tubuh Buatan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

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

1. Gusti Allah SWT atas berkat rahmatNya saya menyelesaikan skripsi ini;
2. drg. Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp. Pros selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
3. Dr.drg. Didin Erma I, M.kes selaku Dosen Pembimbing Utama, serta drg. Izzata Barid, M.kes selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah melibatkan saya dalam penelitiannya, dimana keduanya telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga, dan perhatiannya dalam penulisan tugas akhir ini;
4. drg. Agus Sumono, M.Kes selaku Dosen Penguji Ketua dan drg, Lusi Hidayati, M. Kes 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. Bapak dan Ibu tercinta, H. Suyatno Hadi Prayitno dan H. Suliyahati yang senantiasa memberikan motivasi berupa ilmu, doa, dan kasih sayang kepada saya untuk tetap semangat melanjutkan apa yang sudah saya jalani;
7. Kakak saya, Mas Heny Purwanto dan teguh purnomo, yang selalu ada kapanpun saya membutuhkan bantuan;
8. Kakak ipar saya Mb Dewi Rahmawati serta ponakan saya Ozora Khalfani Azzaria yang selalu menyemangati dan menghibur saya;

9. Partner saya, Miftachul Husna, yang tiada hentinya menemani, memberikan semangat dan motivasi dalam semua hal. Terimakasih untuk kesabarannya;
10. Sahabat-sahabat saya seperjuangan team pabrik gula yang kece, Andika, Farah, Catur, Dinda, dan Vita yang selalu bekerja sama dan memberi semangat menyelesaikan skripsi ini;
11. Sahabat saya GOMIK, Andika, Iman, Tajul, Adit, Jerry, Clara, Mucu, Karina, Salma, Nata dan Tika yang selalu dengan kegomikannya;
12. Geng's belajar yang rempong Roni, Hesti, Dinda, Fatim, Resti, Nadia, Cahya, Nora, Resti, Cholida, Dian yang selalu belajar bersama sebelum ujian;
13. Teman-teman Kos 007 Mas Rian, Mas Yasin, Mas Simon, Mas Adi, Mas Azizul, Galih, Rio, Ozi, Mbah kos yang selalu memberikan senyum dan tawa;
14. Kontrakan pak RT Yas'a, Ajeng dan Richa terimakasih atas tempat dan wifinya;
15. Kakak tingkat saya, Mbak Dika, Mbak Anin dan Mbak Diol, yang telah banyak memberikan saran, motivasi, dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
16. Angkatan 2013 FKG UJ, saudara-saudara saya yang tiada tara kompaknya Jaya-Jaya Membangun Bangsa;
17. Analis Laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember, Bu Neti, Mas Taufan, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian tugas akhir ini;
18. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 19 Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

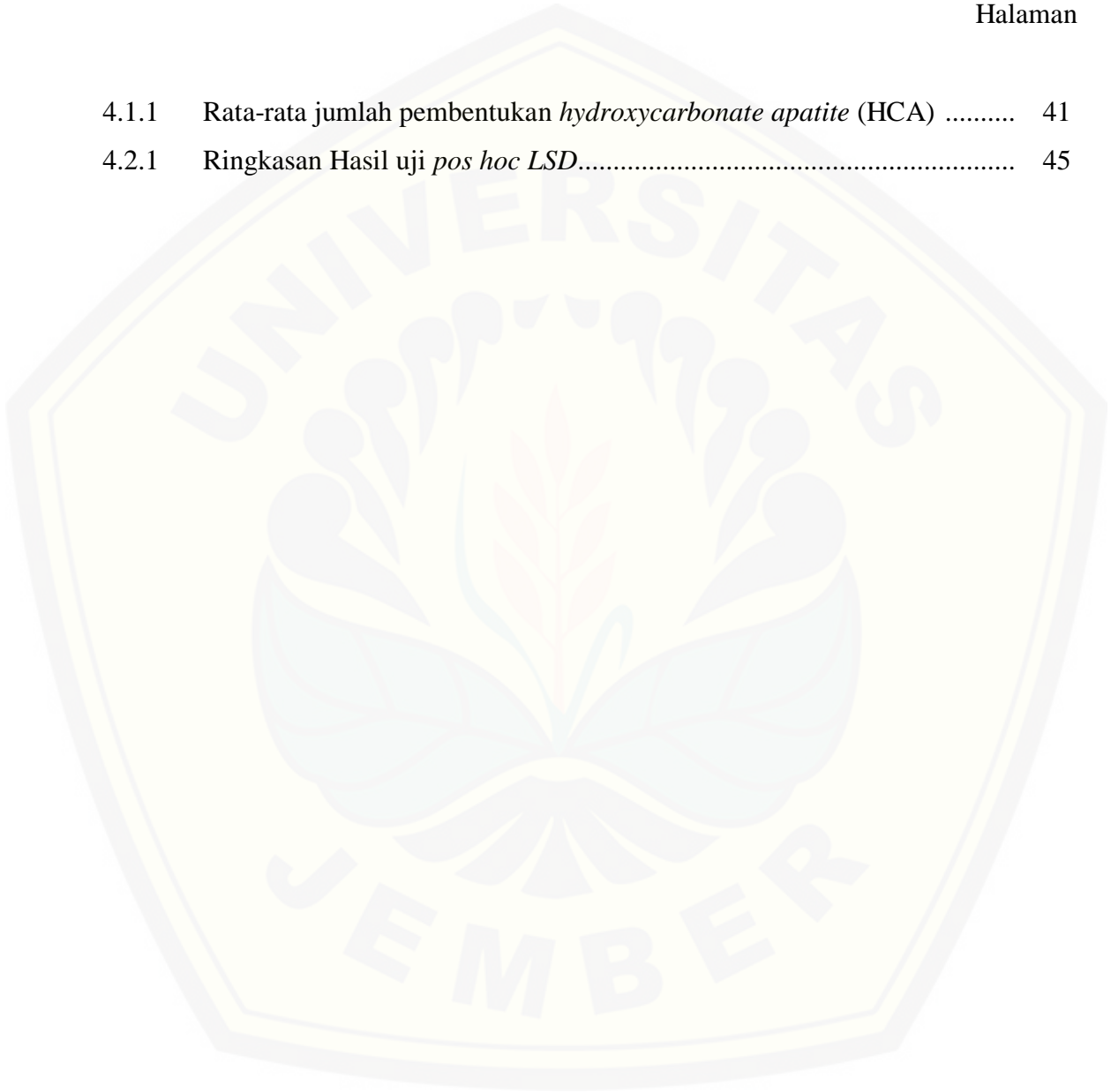
	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Dentin	5
2.1.1 Pengertian Dentin.....	5
2.1.2 Kandungan Dentin	5
2.1.2 Demineralisasi Dentin.....	5
2.1.2 Remineralisasi Dentin.....	6
2.2 <i>Bioactive Glass</i>	6
2.2.1 Pengertian <i>Bioactive Glass</i>	6
2.2.2 Kandungan <i>Bioactive Glass</i>	7

2.2.3	<i>Bioactive Sol-Gel Glass</i>	7
2.3	<i>Hydroxycarbonate Apatit (HCA)</i>	8
2.3.1	Pengertian <i>Hydroxycarbonate Apatit (HCA)</i>	8
2.3.2	Pembentukan <i>Hydroxycarbonate Apatit (HCA)</i>	8
2.3.2	Struktur <i>Hydroxycarbonate Apatit (HCA)</i>	9
2.4	<i>Sillica</i>	9
2.5	<i>Nano Sillica</i>	10
2.6	<i>Glass Ionomer Cement (GIC)</i>	11
2.6.1	Pengertian <i>Glass Ionomer Cement (GIC)</i>	11
2.6.2	Komposisi <i>Glass Ionomer Cement</i>	12
2.6.3	Klasifikasi <i>Glass Ionomer Cement</i>	13
2.6.4	Sifat-Sifat <i>Glass Ionomer Cement</i>	14
2.6.5	Reaksi Setting.....	16
2.7	Tebu	17
2.7.1	Ampas Tebu	19
2.8	Cairan Tubuh Buatan	19
2.8.1	Definsi Cairan Tubuh Buatan.....	19
2.8.2	Komposisi Cairan Tubuh Buatan	20
2.9	<i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	21
2.10	Kegunaan Bioactive Glass Nano Silica Sebagai Bahan Alternatif di Bidang Kedokteran Gigi	22
2.11	Kerangka Konsep	23
2.12	Hipotesis	24
BAB 3.	METODE PENELITIAN	25
3.1	Jenis Penelitian	25
3.2	Tempat Penelitian	25
3.3	Waktu Penelitian	25
3.4	Variabel Penelitian	25
3.4.1	Variabel Bebas	25

3.4.2	Variabel Terikat	25
3.4.3	Variabel Terkendali.....	25
3.5	Definisi Operasional	26
3.6	Sampel Penelitian	27
3.6.1	Kriteria Sampel Penelitian	27
3.6.2	Besar Sampel	27
3.6.2	Kelompok Sampel	27
3.7	Bahan dan Alat Penelitian	27
3.7.1	Alat Penelitian	28
3.7.2	Bahan Penelitian.....	29
3.8	Prosedur Penelitian.....	29
3.8.1	Pembuatan <i>Bioactive Glass Nano Silica</i>	29
3.8.2	Pembuatan Cairan Tubuh Buatan.....	34
3.8.3	Persiapan Bahan Kelompok Perlakuan	35
3.8.4	Pembuatan Sampel Glass	35
3.8.5	Analisis Pembentukan <i>Hydroxycarbonate Apatit</i>	36
3.8.6	Tahap Uji <i>Scanning Electron Microscope</i>	37
3.8.7	Pengolahan Gambar	37
3.9	Analisa Data	39
3.10	Alur Penelitian.....	40
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1	Hasil.....	41
4.2	Analisis Data	44
4.3	Pembahasan	46
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....		50
LAMPIRAN.....		55

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1.1 Rata-rata jumlah pembentukan <i>hydroxycarbonate apatite</i> (HCA)	41
4.2.1 Ringkasan Hasil uji <i>pos hoc LSD</i>	45



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur <i>hydroxycarbonate apatite</i> (HCA)	9
2.2 Struktur <i>silica</i> tetrahedral.....	10
2.3 Diagram reaksi awal asam-basa	17
2.4 Tanaman Tebu	18
2.5 Skematik alat SEM	21
3.1 Pembakaran abu dalam alat <i>furnace</i>	29
3.2 Mengayak abu ampas tebu menggunakan ayakan 200 mesh.....	29
3.3 Pencampuran abu ampas tebu dengan HCL	30
3.4 Penyaringan abu ampas tebu	30
3.5 Mengeringkan dan penimbangan abu ampas tebu.....	31
3.6 Natrium silikat	32
3.7 Pengaturan kalibrasi gambar pada <i>software ImageJ 1.49V</i>	33
3.8 Pengaturan <i>Treshold</i> pada <i>software ImageJ 1.49V</i>	36
3.9 Hasil Pengolahan Gambar dengan <i>Software ImageJ</i>	37
4.1 Histogram perbedaan pembentukan HCA	41
4.2 Hasil pengolahan <i>software ImageJ 1.49V</i>	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Surat Penelitian	55
B. Hasil Analisa Data Menggunakan SPSS.....	57
C. Alat dan Bahan.....	61
D. Foto <i>Scanning Electron Microscope</i>	68
E. Tabel Data Luas Pembentukan <i>Hydroxycarbonate Apatite</i>	74

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dentin merupakan pembentuk utama struktur gigi dan meluas hampir keseluruhan panjang gigi. Dentin merupakan jaringan keras tetapi juga elastis yang tersusun dari tubulus-tubulus kecil tersusun sejajar dalam matriks kolagen (Simon dkk, 2011). Berdasarkan beratnya dentin terdiri dari 70% kristal hidroksiapatit (anorganik), 20% merupakan zat organik yang tersusun dari kolagen dan substansi dasar mukopolisakarida, 10% air dan berdasarkan volumenya terdiri dari 50% anorganik, 30% organik dan 20% air. Dentin dibentuk oleh sel odontoblas, yang berasal dari sel ektomesenkim dan berbentuk kolumnar tinggi. Odontoblas tersusun memanjang mengelilingi pulpa gigi yang akan memulai pertahanan gigi dengan membentuk lapisan dentin yang baru sepanjang hidup (Berkovitz dkk, 2009).

Pembentukan lapisan dentin baru bertujuan untuk mempertahankan lingkungan secara alami dari trauma, infeksi maupun gangguan lain. Mineral dentin dapat menghilang sebagian atau seluruhnya karena larut dalam asam yang biasanya disebabkan adanya karies, makanan yang mengandung gula, coklat dan minuman yang mengandung soda. Mineral dentin dapat dikembalikan jika pH saliva netral dan terdapat ion Ca^{2-} dan PO_4^{3-} yang cukup dilingkungan, sehingga Ca^{2-} dan PO_4^{3-} kembali ke dalam struktur hidroksiapatit. Proses tersebut dinamakan proses remineralisasi. Salah satu bahan yang bisa digunakan untuk bahan remineralisasi adalah *bioactive glass* (Yunita dkk, 2011).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Chen, dkk. 2008 membuktikan bahwa *Bioactive glass* merupakan suatu bahan yang dapat bereaksi dengan cairan tubuh untuk membentuk ikatan yang kuat dengan tulang. Ikatan tersebut akan dilanjutkan dengan pembentukan lapisan *hydroxycarbonate apatite* (HCA), dan interaksi biologis *odontoblast* untuk membentuk kolagen yang kemudian termineralisasi di atas lapisan HCA. Mekanisme *bioactive glass* meregenerasi dentin dengan membentuk lapisan

hydroxycarbonate apatite (HCA), setelah bereaksi dengan cairan tubuh buatan. *Bioactive glass* memiliki komposisi silikon dioksida (SiO_2) (46.1 mol%), kalsium oksida (CaO) (26.9 mol%), natrium oksida (Na_2O) (22.4 mol%), dan difosfor pentaoksida (P_2O_5) (2.6 mol%) yang mampu membentuk HCA dalam waktu kurang dari 2 jam dan mengikat jaringan. (Farooq dkk, 2012). *Hydroxycarbonate apatite* (HCA) dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4\text{CO}_3)_6(\text{OH})_2$ merupakan ion *carbonate* yang bergabung dalam *Hydroxyapatit* (HA) yang disintesis berasal dari karbon dioksida (CO_2) berkontak dengan cairan tubuh buatan, yang menjadi pelarut dan menghasilkan anion *carbonate* (CO_3^{2-}). Prinsipnya ion *carbonate* masuk ke dalam kisi kristal HA akan menggantikan ion hidroksil (OH^-) dan (PO_4^{3-}). Secara umum CO_3^{2-} dominan mengganti PO_4^{3-} (Soejoko dkk, 2012). Ion *carbonate* (CO_3^{2-}) yang sangat dominan menandakan kuantitas dari *carbonate* yang cukup besar sehingga bidang kristalnya lebih dominan dari pada bidang kristal HA (Suryadi, 2011).

Pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) juga dipengaruhi oleh ukuran dari *bioactive glass*. *Bioactive glass* dengan ukuran nano lebih cepat dalam proses pembentukan *Hydroxyapatit* (HA) dibandingkan dengan *bioactive glass* dengan ukuran partikel mikro (Polini, 2013). *Bioactive glass* yang berukuran partikel nano akan berkontak dengan cairan tubuh, karena semakin banyak ion yang larut menyebabkan semakin banyak terjadinya pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA), yang kemudian akan termineralisasi menjadi HA. Selain lebih cepat dalam pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA), *bioactive glass* mempunyai kemampuan untuk remineralisasi dentin (Carpalho, 2013). Oleh karena itu, penggunaan *bioactive glass* pada saat ini tidak hanya terbatas untuk regenerasi tulang saja, namun sudah mulai dikembangkan penggunaan *bioactive glass* dalam bidang kedokteran gigi. Sebagai bahan pelapis implan gigi untuk merangsang osseointegrasi terhadap bahan implan (Jones, 2013), sebagai bahan remineralisasi untuk mengurangi hipersensitifitas gigi (Krishnan, 2013) sebagai bahan untuk perbaikan tulang rahang akibat periodontitis (Abassi, 2015), dan sebagai bahan tambahan pada bubuk *glass*

ionomer untuk merestorasi gigi sekaligus remineralisasi jaringan dentin yang rusak (Xie, 2008). Penelitian Mubrouk pada tahun 2012 membuktikan bahwa bubuk *glass ionomer* yang ditambahkan *bioactive glass* sebesar 0,04 wt% sudah mampu membentuk jaringan hidroksiapatit pada dentin gigi yang rusak. *Glass ionomer* yang ditambahkan bahan *bioactive glass* memiliki sifat fisik yang baik setelah diaplikasikan dalam rongga mulut.

Salah satu komposisi dari *bioactive glass* adalah *silica*, dimana salah satu sumber *silica* adalah Abu ampas tebu. Tebu (*Saccharum officinarum L.*) merupakan salah satu hasil pertanian yang terbesar di Indonesia. Saat ini produksi utama dari tebu adalah gula, namun buangan atau limbah tebu tidak begitu diperhatikan. Pemanfaatan limbah ampas tebu masih belum optimal. Limbah tebu atau biasa disebut juga *Baggase* merupakan sisa pengolahan tebu yang sebagian besar digunakan sebagai bahan bakar ketel (*boiler*) yang menghasilkan limbah hasil pembakaran berupa abu *baggase* (Suhendarwati dkk, 2014). *Baggase* sementara ini sudah dimanfaatkan untuk beberapa bidang, seperti pemanfaatan sebagai bahan pengisi pembuatan paving, bahan pengisi kuat batu bata, dan memanfaatkan limbah ampas tebu sebagai tanah penimbun (*landfilling*) (Firmansyah, 2012). Ampas tebu (*Baggase*) mempunyai kandungan *silica* yang cukup besar sehingga abu *bagasse* berpotensi sebagai bahan baku pembuatan *silica gel*. Kandungan *silica* yang terdapat pada abu *baggase*, yaitu lebih dari 50% sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan *bioactive glass nano silica* (Yusuf, 2014).

Dari pemaparan di atas, diduga bahwa abu ampas tebu bisa dimanfaatkan sebagai bahan alternatif *bioactive glass*. *Bioactive glass nano silica* abu ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai bahan regenerasi dentin, namun saat ini belum diketahui pembentukan struktur *hydroxycarbonate apatite*. Salah satu cara untuk menganalisis pembentukan struktur *hydroxycarbonate apatite* dari *bioactive glass nano silica* ampas tebu menggunakan alat *scanning electron microscope* (SEM).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang tersebut didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

Apakah terdapat pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) dari *glass ionomer* tipe II dengan penambahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu yang direndam pada cairan tubuh buatan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah :

Mengetahui pembentukan *hydroxycarbonate apatite* (HCA) dari *glass ionomer* tipe II dengan penambahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu yang direndam pada cairan tubuh buatan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah :

- a. Mengetahui pembentukan struktur *hydroxycarbonate apatite* dari *bioactive glass nano silica* abu ampas tebu ditambahkan pada bubuk *glass ionomer* tipe II.
- b. *Bioactive glass nano silica* dapat dipertimbangkan sebagai alternatif bahan di Kedokteran Gigi.
- c. Alternatif pengolahan abu ampas tebu supaya bernilai tinggi.
- d. Sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dentin

2.1.1 Pengertian dentin

Dentin merupakan pembentuk utama struktur gigi dan meluas hampir keseluruhan panjang gigi. Dentin merupakan jaringan keras tetapi juga elastis yang tersusun dari tubulus-tubulus kecil tersusun sejajar dalam matriks kolagen(Simon.dkk, 2011).

2.1.2 Kandungan dentin

Berdasarkan beratnya dentin terdiri dari 70% kristal hidroksiapatit (anorganik), 20% merupakan zat organik yang tersusun dari kolagen dan substansi dasar mukopolisakarida, 10% air dan berdasarkan volumenya terdiri dari 50% anorganik, 28% organik dan 20% air. Dentin dibentuk oleh odontoblas, Odontoblas merupakan sel yang bertanggung jawab terhadap pembentukan dentin. Odontoblas berasal dari sel ektomesenkim, berbentuk kolumnar tinggi. odontoblas tersusun memanjang mengelilingi pulpa gigi yang akan memulai pertahanan gigi dengan membentuk lapisan dentin yang baru sepanjang hidup(Berkovitz.dkk, 2009).

2.1.3 Demineralisasi dentin

Demineralisasi adalah hilangnya sebagian atau seluruh mineral dentin karena larut dalam asam. Semakin rendah pH maka akan meningkatkan ion hidrogen yang akan merusak hidroksiapatit enamel. Demineralisasi dapat disebabkan oleh karies dan non-karies. Demineralisasi non karies terdiri dari atrisi, abrasi dan erosi. Erosi gigi dan karies gigi mempunyai kesamaan dari jenis kerusakannya, yaitu merupakan demineralisasi jaringan keras gigi yang disebabkan asam. Namun asal asam penyebab erosi berbeda dengan karies. Pada erosi yang menjadi penyebab asam adalah asam dari makanan-minuman, uap asam yang berasal dari industri serta asam lambung yang secara langsung berkontak dengan gigi tanpa aktivitas bakteri. Sedangkan karies berasal dari asam yang merupakan hasil fermentasi karbohidrat sisa-sisa makanan oleh bakteri. Proses demineralisasi yang terjadi pada kristal apatit dapat dideskripsikan sebagai penggantian

ion PO_4^{3-} menjadi ion HPO_4^{2-} dengan tambahan H^+ dan pada waktu yang sama, H^+ mengalami penetralan (*buffering*). Akibat konversi tersebut, ion HPO_4^{2-} tidak dapat berkontribusi kepada keseimbangan kristal hidroksiapatit normal karena mengandung PO_4^{3-} lebih banyak dibandingkan HPO_4^{2-} sehingga kristal hidroksiapatit larut. Hal ini yang disebut dengan demineralisasi. Reaksi demineralisasi dapat diuraikan sebagai berikut: $8\text{H}^+ + (\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2) \rightarrow 6(\text{HPO}_4) + 10\text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (Yunita.dkk 2011).

2.1.4 Remineralisasi dentin

Proses remineralisasi akan berlangsung jika pH dinetralkan dan terdapat ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} yang cukup pada lingkungan rongga mulut. Penguraian produk apatit dapat mencapai kondisi netral jika terjadi *buffering*. Ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} pada saliva dapat menghambat proses penguraian melalui *common ion effect*. Hal ini menyebabkan *rebuilding* atau pembangunan kembali partikel apatit yang telah larut. Keberadaan ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} akan mengisi kembali ruangan dari kristal yang telah terdemineralisasi. Proses tersebut dinamakan remineralisasi. Interaksi ini dapat ditingkatkan dengan keberadaan fluor pada lingkungan tempat bereaksinya ion-ion tersebut. Dasar kimiawi dari proses demineralisasi atau remineralisasi ini sama pada enamel, dentin, dan sementum akar (Yunita.dkk 2011).

2.2 Biactive glass

2.2.1 Pengertian Biactive glass

Biactive glass merupakan bahan yang mempengaruhi efek dan menyebabkan respon dari jaringan hidup, organisme dan sel, pada pembentukan hidroksiapatit yang dapat bereaksi dengan cairan tubuh dan menghasilkan pembentukan lapisan hidroksikarbonat apatite (*HCA*). *Biactive glass* dilaporkan mampu meregenerasi tulang, termasuk juga meregenerasi dentin. Bahan *biactive glass* meregenerasi dentin dengan membentuk lapisan hidroksikarbonat apatit setelah bereaksi dengan cairan tubuh (Jones, 2013).

Bahan *bioactive glass* (*bioglass*) ini pertama kali dikembangkan pada akhir tahun 1960an oleh Larry Hench dan kolega di Universitas Florida selanjutnya dikembangkan oleh tim penelitiannya di *Imperial College of London* dan para peneliti lain diseluruh dunia. *Bioactive glass* adalah suatu material *oxide* logam sintentis yang unik bereaksi dalam cairan tubuh untuk mempertinggi dan memperbesar kemampuan penyembuhan diri pada defek tulang. *Bioactive glass* tidak hanya membantu regenerasi normal akan tetapi juga pada akhirnya akan diserap dalam proses tersebut.

2.2.2 Kandungan *Bioactive glass*

Bioactive glass memiliki komposisi silikon dioksida (SiO_2) (46.1 mol%), kalsium oksida (CaO) (26.9 mol%), natrium oksida (Na_2O) (22.4 mol%), dan difosfor pentaoksida (P_2O_5) (2.6 mol%) yang mampu membentuk HCA dalam waktu kurang dari 2 jam dan mengikat jaringan (Farooq dkk, 2012).

2.2.3 *Bioactive Sol-Gel Glass*

Bioactive glass dapat dibuat dengan menggunakan dua metode pengolahan: metode *traditional melt-quenching* dan metode sol-gel. Bioglass 45S5 dan *bioactive glass* komersial lainnya yang dibuat dengan metode *traditional melt-quenching* dimana oksida dilelehkan bersama-sama pada suhu tinggi (di atas 1.300°C) dalam cawan platinum dan padam dalam cetakan grafit (untuk batang atau monolit) atau di dalam air (*frit*). Metode sol-gel dasarnya membentuk dan merakit nanopartikel *silica* pada suhu kamar. Ini adalah metode sintesis berbasis kimia di mana larutan yang mengandung prekursor komposisi mengalami polimerisasi reaksi pada suhu kamar untuk membentuk gel. Gel adalah jaringan basah anorganik *silica* kovalen, yang kemudian dapat dikeringkan dan dipanaskan, misalnya pada suhu 600°C untuk menjadi *glass*. Komposisi bioaktif khas dalam sistem terner, misalnya 58S (60% SiO_2 mol., 36 mol.% CaO , 4 mol.% P_2O_5) dan 77S (80 mol.% SiO_2 , 16 mol.% CaO , 4% P_2O_5 mol.), atau sistem biner, misalnya 70S30C (70 mol.% SiO_2 , 30 mol.% CaO) (Saravanapavan, 2003).

Perbedaan fisik dalam metode *traditional melt-quenching* dan sol-gel yang diturunkan adalah bahwa kaca sol-gel cenderung memiliki nanoporositas melekat

sedangkan metode *traditional melt-quenching* gelas yang padat. Nanoporosity dapat menghasilkan respon seluler ditingkatkan karena nanotopography dan luas permukaan spesifik dua kali lipat lebih tinggi daripada komposisi serupa dengan metode *traditional melt-quenching*. Komposisi sol-gel biasanya memiliki komponen lebih sedikit dari bioaktif glass dengan metode *traditional melt-quenching*. Hal ini karena peran utama Na_2O pada metode *traditional melt-quenching* kaca bioaktif adalah untuk menurunkan titik leleh dan meningkatkan processability. Hal ini juga meningkatkan kelarutan kaca yang penting untuk bioaktivitas. Luas permukaan dengan metode sol-gel kaca dihasilkan tingkat pelarutan tinggi dan karena tidak ada titik leleh yang terlibat, natrium tidak diperlukan dalam komposisi. Meskipun demikian, metode sol-gel telah diproduksi dekat dengan komposisi 45S5, misalnya 49,15 mol.% SiO_2 , 25,80 mol.% CaO , 23,33 mol.% Na_2O , 1,72 mol.% P_2O_5 , meskipun gel tidak harus dipanaskan di atas 600°C jika gelas yang tetap amorf (Jones, 2013).

2.3 Hydroxycarbonate apatite (HCA)

2.3.1 Pengertian *Hydroxycarbonate apatite* (HCA)

Hydroxycarbonate apatite (HCA) merupakan lapisan yang terbentuk dari *biactive glass* yang bereaksi dengan cairan tubuh. HCA terbentuk dengan masuknya OH^- dan CO_3^{2-} ke cairan tubuh (Jones, 2013). HCA ini dapat dimanfaatkan sebagai material substitusi tulang dan remineralisasi enamel (email gigi). Selain itu HCA juga dapat meningkatkan respon sel dan sifat osteokonduktifitas serta menurunkan ion-ion logam ketika digunakan sebagai bahan pelapis implan tulang (Landi E. dkk, 2003; Roveri N. dkk, 2008).

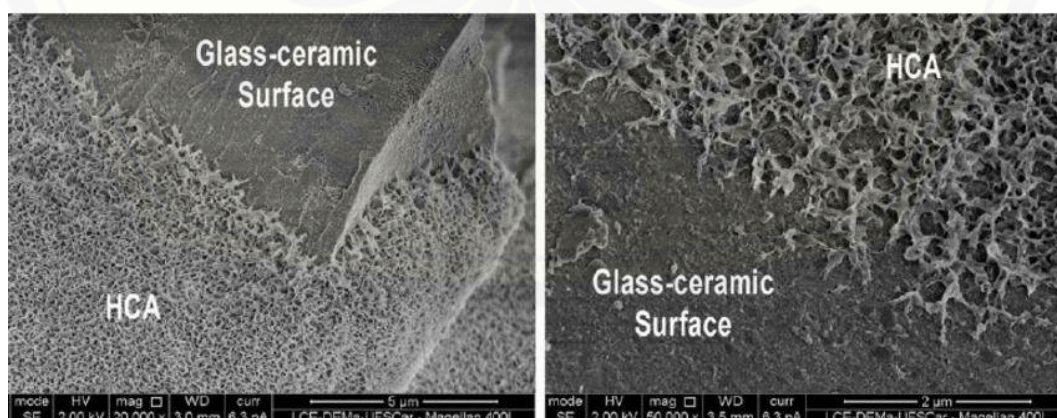
2.3.2 Pembentukan *Hydroxycarbonate apatite* (HCA)

Mekanisme pembentukan lapisan HCA diawali dengan adanya bahan *biactive glass* yang terpapar cairan tubuh, ion-ion alkalinya akan terlepas dan diganti kation H^+ atau H_3O^+ dari cairan tubuh setelah itu akan terjadi peningkatan pH lokal yang

menyebabkan kerusakan ikatan Si-O-Si dan pelepasan silikon, sehingga terbentuk golongan silanol. Jika pH lokal kurang dari 9.5, kelompok silanol berpolimerisasi dan berkondensasi pada permukaan *bioactive glass*, membentuk lapisan gel *silica*. Struktur *silica* akan terus mengalami pertukaran ion. Ion kalsium dan fosfat serta ion-ion yang ada pada cairan tubuh akan bermigrasi melalui lapisan gel *silica*, lalu membentuk lapisan *amorphous calcium phosphate* di atas lapisan gel *silica*. Setelah pertumbuhan gel *silica* dan lapisan kalsium fosfat, akan terjadi penggabungan OH^- dan CO_3^{2-} yang menyebabkan kristalisasi HCA yang akan aktif secara biologis dan penting dalam ikatan untuk jaringan hidup. Jika HCA terpapar dengan cairan tubuh, akan memungkinkan interaksi dengan gugus biologis seperti serat kolagen, fibronectin, protein plasma, darah, fibroblas dan osteoblas, yang akan berikatan kuat antara biomaterial dengan lingkungan fisiologis (Jones, 2013 dan shah, 2014).

2.3.2 Struktur *Hydroxycarbonate apatite (HCA)*

Hydroxycarbonate apatite (HCA) merupakan ion karbonat yang bergabung didalam apatit. Prinsipnya ion karbonat mengganti struktur apatit di daerah OH (tipe A) dan di daerah PO_4^- . Secara umum CO_3^{2-} dominan mengganti PO_2^3 . (Soejoko dkk, 2012). Berdasarkan sampel sintetik, penggantian karbonat menyebabkan perubahan sifat fisik apatit (Soejoko dkk, 2012).



Gambar 2.1 Struktur HCA setelah perendaman dengan Stimulated Body Fluids (Montazerian, 2016).

2.4 Silica

Silica adalah senyawa kimia dengan rumus molekul SiO_2 (*silicon dioxida*) yang dapat diperoleh dari *silica* mineral, nabati dan sintesis kristal. *Silica* terbentuk melalui ikatan kovalen yang kuat serta memiliki struktur dengan empat atom oksigen terikat pada posisi sudut tetrahedral di sekitar atom pusat yaitu atom silikon. Gambar 1 memperlihatkan struktur *silica* tetrahedral.



Gambar 2.1 Struktur *silica* tetrahedral (Sumber : Im, 2011)

Silica termasuk dalam golongan bahan oksida yang mempunyai potensi untuk pemanfaatan aplikasi teknologi tinggi. Berdasarkan hasil pengujian terbaru, didapatkan bahwa unsur *silica* yang paling dominan di dalam bahan *bioactive glass* juga terdapat di dalam ampas tebu (Kharimah dkk, 2014). Pada ampas tebu (*bagasse*) terdapat kandungan *silica* (SiO_2) yang cukup tinggi, yaitu lebih dari 50% sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan *bioactive glass nano silica* (Yusuf, 2014). Pada penelitian sebelumnya terbukti bahwa kandungan *silica* dalam abu *bagasse* besar sehingga abu *bagasse* berpotensi sebagai bahan baku pembuatan *silica gel*. *Silica oksida* (SiO_2) yang terdapat pada abu ampas tebu berbentuk *amorf*, yaitu suatu padatan dengan susunan partikel yang tidak teratur atau tidak berbentuk. *Silica amorf* adalah material yang dihasilkan dari reaksi alkali-*silica*. Reaksi alkali-*silica*

dimulai dengan pecahnya ikatan Si-O-Si dan hasilnya membentuk fase *amorf* dan nanokristal. *Silica amorf* terbentuk ketika silikon teroksidasi secara termal. *Silica amorf* terdapat dalam beberapa bentuk yang tersusun dari partikel-partikel kecil yang kemungkinan ikut tergabung. Biasanya *silica amorf* mempunyai kerapatan 2,21 g/cm (Harsono, 2006).

2.5 Nano Silica

Berkembangnya teknologi sekarang ini menyebabkan aplikasi penggunaan *silica* pada industri semakin meningkat terutama penggunaan *silica* yang memiliki ukuran partikel kecil sampai dengan skala nano. Ukuran partikel bahan baku yang diperkecil membuat produk memiliki sifat yang berbeda dibanding ketika ukurannya besar. Ukuran *silica* sampai skala nano memerlukan perlakuan khusus salah satunya dengan metode *sol-gel proses* (Jayanti, 2014).

Proses *sol-gel* telah banyak dikembangkan terutama untuk pembuatan hibrida, kombinasi oksida anorganik (terutama *silica*) dengan alkoxisilan. Proses ini didasarkan pada prekursor molekular yang dapat mengalami hidrolisis, kebanyakan merupakan alkoksida logam atau semi logam. Proses *sol-gel* merupakan suatu suspensi koloid dari partikel *silica* yang digelkan ke bentuk padatan. Menurut Rahaman (1995) suspensi dari partikel koloid pada suatu cairan atau molekul polimer disebut sol. 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* dari sol dan akhirnya membentuk gel (Schubert and Husing, 2000).

2.6 Glass Ionomer Cement (GIC)

2.6.1 Definisi Glass Ionomer Cement (GIC)

Glass ionomer cement atau Semen Ionomer Kaca (GIC atau SIK) merupakan bahan restorasi yang banyak digunakan oleh dokter gigi dan terus

dikembangkan. GIC memiliki kemampuan berikatan secara fisikokimiawi baik pada email maupun dentin. *Glass ionomer cement* (GIC) merupakan salah satu bahan restorasi yang sering digunakan karena material ini dianggap paling biokompatibel. (Noort, 2007)

GIC diperkenalkan pada tahun 1972 oleh Wilson dan Kent. Sifat fisik GIC yang adhesif ke permukaan enamel dan dentin, melepaskan fluor ke jaringan gigi, biokompatibel pada jaringan pulpa, dan koefisien termal ekspansi sama dengan gigi membuat GIC banyak digunakan. (Hawlett, 2003)

2.6.2 Komposisi *Glass Ionomer*

Glass Ionomer terdiri dari bubuk *calcium/strontium flouroaluminosilicat glass* dan *liquid* (larutan poli asam). Komponen yang terkandung dalam bubuk kaca adalah: SiO₂ (35,2-41,9%), Al₂O₃ (20,1-28,6%), CaF₂(15,7-20,1%), Na₃AlF₆ (4,1-9,3%), AlF₃(1,6-8,9%), dan AlPO₄ (3,8-12,1%). Likuid terdiri dari: air dan asam poliakrilik dengan konsentrasi 40-50% dan kadangkala ditambah asam maleik atau asam fumarik. Fungsi komponen *Glass ionomer* adalah :

- 1) Alumina (Al₂O₃) :Meningkatkan opasitas
- 2) Silika (SiO₂) :Meningkatkan translusensi
- 3) Fluorida :Antikariogenik, meningkatkan translusensi, *working time* dan kekuatan
- 4) Kalsium fluorida :Meningkatkan opasitas
- 5) Aluminium fosfat :Menurunkan *melting time* (waktu mencair) dan meningkatkan translusensi
- 6) Kriolit (Na₃AlF₆) :Meningkatkan translusensi
- 7) Ion Na, K, Ca, Sr

Sementara kandungan liquid (larutan poliasam) :

Asam poliakrilat, asam polimaleat, kopolimer asam akrilat-asam itakonat, kopolimer asam-asam maleat, kopolimer asam akrilat-asam2-buten dikarboksilat dan *vinyl phosponic acid*. Poli asam memeberikan kempampuan *Glass ionomer cement* untuk melekat pada struktur gigi tanpa perlakuan khusus. (Annusavice, 2012).

2.6.3 Klasifikasi *Glass Ionomer Cement* (GIC)

Istilah semen ionomer kaca harus diterapkan hanya untuk bahan yang melibatkan signifikansi asam - reaksi dasar sebagai bagian dari pengaturan reaksi dan menunjukkan fluorida yang rilis. Dalam beberapa definisi, ada sejumlah aplikasi untuk semen dan mereka dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

Tipe I : perekat mahkota, jembatan dan breket ortodontik (*luting cement*)

Tipe II a : semen restorative estetik

b : semen restorative *reinforced*

Tipe III : semen pelapis, basis (*lining dan base cement*) (Annusavice, 2012)

Struktur kimia dasar ketiga kelompok pada dasarnya sama, tetapi memiliki *powder/liquid ratio* dan ukuran partikel *powder* yang berbeda untuk menunjang fungsi yang diharapkan. Semen ionomer kaca memiliki karakteristik tertentu yang menarik sehingga ikatan adhesi mereka ke enamel dan dentin, rilis ion fluorida selama periode waktu yang lama adalah biokompatibel dan memiliki koefisien ekspansi termal yang sama sebagai struktur gigi. Setiap semen harus dinilai untuk biokompatibilitas, keamanan, dan efektivitas. Idealnya semen tidak menyebabkan kerusakan pada gigi, memiliki kecocokan sifat fisik tujuan penggunaannya, dan menyediakan sifat pasif atau aktif (bioaktif), sehingga tubuh tidak harus mengakui benda asing, sehingga penyembuhan luka pada jaringan dapat dimulai sesegera mungkin. Semen gigi adalah bahan yang mengatur intraoral dan biasanya digunakan untuk penambal gigi dan prosthesis. Mereka diklasifikasikan menurut reaksi komponen kimia utama mereka. (Annusavice, 2012)

1). Semen ionomer kaca konvensional

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

2). *Resin-modified glass ionomer cement*

Resin-Modified Glass ionomer cement mengkombinasikan reaksi asam-basa ionomer kaca tradisional dengan reaksi polimerisasi amine-peroksida (*self-cured*). Sistem *light-cured* ini telah dikembangkan dengan menambahkan kelompok *methacrylate* fungsional yang dapat dipolimerisasi dengan *photo-initiator* pada formulasi ini. Dikembangkan pada tahun 1992 *resin-modified glass ionomer cement* dalam bentuk paling sederhana adalah semen ionomer kaca 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. Selanjutnya, 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*. (Annusavice, 2012)

2.6.4 Sifat-sifat *Glass Ionomer Cement*

Semen ionomer kaca menunjukkan berbagai sifat dan jelas material yang sangat beragam, yaitu:

a. Adhesi

Adhesi semen ionomer kaca membantu dalam menyediakan pendekatan konservatif untuk restorasi dan perlekatan yang sempurna.

b. Biokompatibilitas

Pengaruh yang merugikan dari semen ionomer kaca pada jaringan hidup adalah minimal. Tidak ada efek sakit disebabkan oleh asam poliakrilat karena merupakan asam lemah, yang menjadi lemah ketika sebagian dinetralkan. Asam ini tidak dapat

berdifusi ke dalam tubulus dentin karena berat molekul tinggi dan ikatan rantai yang kuat dan akan mengendap oleh ion kalsium dalam tubulus.

c. Antikariogenik

Semen ionomer kaca memiliki sifat kariostatik karena pelepasan *fluoride* jangka panjang, yang memberikan resistensi terhadap karies tidak hanya pada gigi yang direstorasi tetapi juga pada gigi sebelahnya. Pengaruh fluorida ditemukan pada zona resistensi terhadap demineralisasi, dengan ketebalan restorasi semen ionomer kaca sekitar 3mm. Fluorida berkontribusi terhadap penghambatan karies dalam lingkungan mulut dengan cara mekanisme fisikokimia dan biologis.

d. Estetik

Semen ionomer kaca memiliki derajat translusensi karena kandungan kacanya. Translusensi tergantung pada pembentukannya. Penting untuk dicatat bahwa karena reaksi hidrasi lambat. Translusensi meningkat seiring dengan usia semen. Resistensi terhadap stein sebagian besar tergantung pada permukaan akhir yang baik. Warna tampaknya tidak terpengaruh oleh cairan oral dibandingkan dengan komposit yang cenderung untuk menyerap warna.

e. Stabilitas Dimensi

Pada kelembaban tinggi, semen cenderung menyerap air dan meluas dan pada kelembaban rendah, terjadi penyusutan yang rendah.

f. Ketahanan

Menurut sebuah penelitian, restorasi semen ionomer kaca dievaluasi pada lesi erosi abrasi, 83% menunjukkan ketahanan bahkan setelah 10 tahun . Tingkat kegagalan berkisar 0-70%, yang lebih diukur dari keterampilan dokter dari pada kualitas perlekatan bahan.

g. Kekuatan/*Strength*

satu keterbatasan utama dari semen ionomer kaca adalah kerentanannya terhadap fraktur. Jika dibandingkan dengan komposit dan amalgam, semen ionomer kaca lebih lemah dan kurang *rigid*. Kelemahan tampaknya berada dalam matriks, yang bersifat mudah retak. (Annusavice, 2012)

2.6.5 Reaksi setting *Glass Ionomer cement*

Autocure-glass ionomer

Merupakan hasil dari reaksi asam-basa yang merupakan difusi antara partikel glass dan matriks. Tiga tahapan dalam pengerasan GIC :

1. *Dissolution*

Terdekomposisinya 20-30% partikel glass dan lepasnya ion-ion dari partikel glass (kalsium, stronsium,aluminium) akibat serangan dari rantai *polyacid (cement sol)*

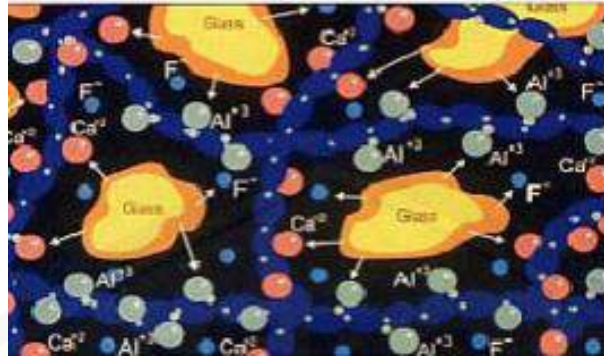
2. *Gelation/hardening*

Ion-ion kalsium/stronsium dan aluminium terikat pada polianion pada group polikarboksilat.

3. *Hydration of salts*

Terjadi proses hidrasi yang progresive dari garam matriks.

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



Gambar 2.2 Diagram reaksi awal asam-basa diantara komponen- komponen bubuk kaca dan cairan poliasam. Permukaan partikel kaca terlarut oleh asam, sehingga melepaskan ion Ca, Al, dan F (Sumber : Albers, 2002)

2.7 Tebu

Tanaman tebu tergolong tanaman perdu dengannama latin *Saccharum officinarum*. Sistematika tanaman tebu adalah:

- Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Monocotyledone
Ordo : Graminales
Famili : Graminae
Genus : Saccharum
Species : *Saccharum officinarum*



Gambar 2.3 Tanaman tebu (Sumber : Chandra,dkk. 2010)

Batang tanaman tebu berdiri lurus dan beruas-ruas yang dibatasi dengan buku-buku. Pada setiap buku terdapat mata tunas. Batang tanaman tebu berasal dari mata tunas yang berada dibawah tanah yang tumbuh keluar dan berkembang membentuk rumpun. Diameter batang antara 3-5 cm dengan tinggi batang antara 2-5 meter dan tidak bercabang.

Akar tanaman tebu termasuk akar serabut tidak panjang yang tumbuh dari cincin tunas anakan. Pada fase pertumbuhan batang, terbentuk pula akar dibagian yang lebih atas akibat pemberian tanah sebagai tempat tumbuh.

Daun tebu berbentuk busur panah seperti pita, berseling kanan dan kiri, berpelelah seperti daun jagung dan tidak bertangkai. Tulang daun sejajar, di tengah berlekuk, dan tepi daun kadang bergelombang serta berbulu keras.

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.

Buah tebu seperti padi, memiliki satu biji dengan besar lembaga 1/3 panjang biji. Biji tebu dapat ditanam di kebun percobaan untuk mendapatkan jenis baru hasil persilangan yang lebih unggul (Indrawanto, dkk 2010).

2.7.1 Ampas tebu (bagasse)

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*saccharum officinarum* .) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada Industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*). Tiap berproduksi, pabrik gula selalu menghasilkan limbah yang terdiri dari limbah padat, cair dan gas. Limbah padat, yaitu: ampas tebu (*bagasse*), abu boiler dan blotong (*filter cake*). Ampas tebu merupakan limbah padat yang berasal dari perasan batang tebu untuk diambil niranya. Ampas tebu (*bagasse*) Sebagian besar digunakan sebagai bahan bakar ketel (boiler) yang menghasilkan limbah hasil pembakaran berupa abu ampas tebu (Suhendarwati dkk, 2014). Ampas tebu memiliki kandungan *silica* (SiO_2), aluminat (Al_2O_3), ferrit (Fe_2O_3) yang sama dengan kandungan bahan *bioactive glass* (Firmansyah D, 2012).

2.8 Cairan Tubuh Buatan

2.8.1 Definisi Cairan Tubuh Buatan

Stimulated body fluid (SBF) atau Cairan tubuh buatan adalah cairan buatan dengan komposisi dan konsentrasi ionik mirip dengan plasma darah manusia. Cairan tubuh buatan pertama kali dikembangkan oleh Kukubo pada tahun 1990 dengan metode yang dikembangkan oleh Kukubo. Cairan tubuh buatan dikembangkan awalnya untuk mengevaluasi permukaan perubahan struktural kaca-keramik yang digunakan untuk memproduksi tulang buatan, tulang ileum, akar gigi, dan bahan bioaktif yang digunakan untuk memperbaiki jaringan keras (Marques, 2011).

2.8.2 Komposisi Cairan Tubuh Buatan

Berdasarkan Kukubo, dkk. (1990), komposisi dari cairan tubuh buatan adalah sebagaimana pada tabel 2.1.

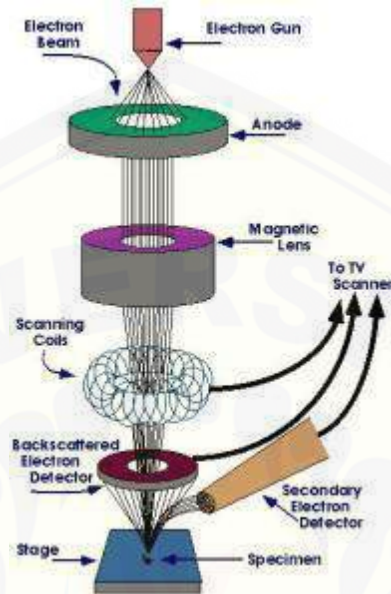
Tabel 2.1 Komposisi Ion Pembentuk Cairan Tubuh Buatan

Ion	Cairan tubuh buatan (mM)	Plasma Darah (mM)
Na ⁺	142.0	142.0
K ⁺	5.0	5.0
Mg ²⁺	1.5	1.5
Ca ²⁺	2.5	2.5
Cl ⁻	148.8	103.0
HCO ³⁻	4.2	27.0
HPO ₄ ²⁻	1.0	1.0
SO ₄ ²⁻	0.5	0.5

Komposisi cairan tubuh buatan memiliki pH $\pm 7,25$ pada suhu 36,5°C dengan menggunakan 500 ml aquades dan 45 mM HCl.

2.9 Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan profil permukaan benda. Prinsip kerja SEM adalah menembakkan permukaan benda dengan berkas elektron berenergi tinggi. *Scanning Electron Microscope* menampilkan gambar dalam layar yang dapat dilihat secara 3 dimensi. *Scanning Electron Microscope* mempunyai pembesaran lebih hingga jutaan kali dari pada mikroskop optik, selain itu SEM memiliki resolusi yang lebih tinggi dari mikroskop optik yang berguna untuk mendeteksi dan analisis struktur, bentuk dan ukuran dari suatu sampel yang ingin diteliti (Abdullah dan Khairurrijal, 2009)



Gambar 2.4. Skematik Alat SEM (Sumber : Abdullah dan Khairurrijal, 2009).

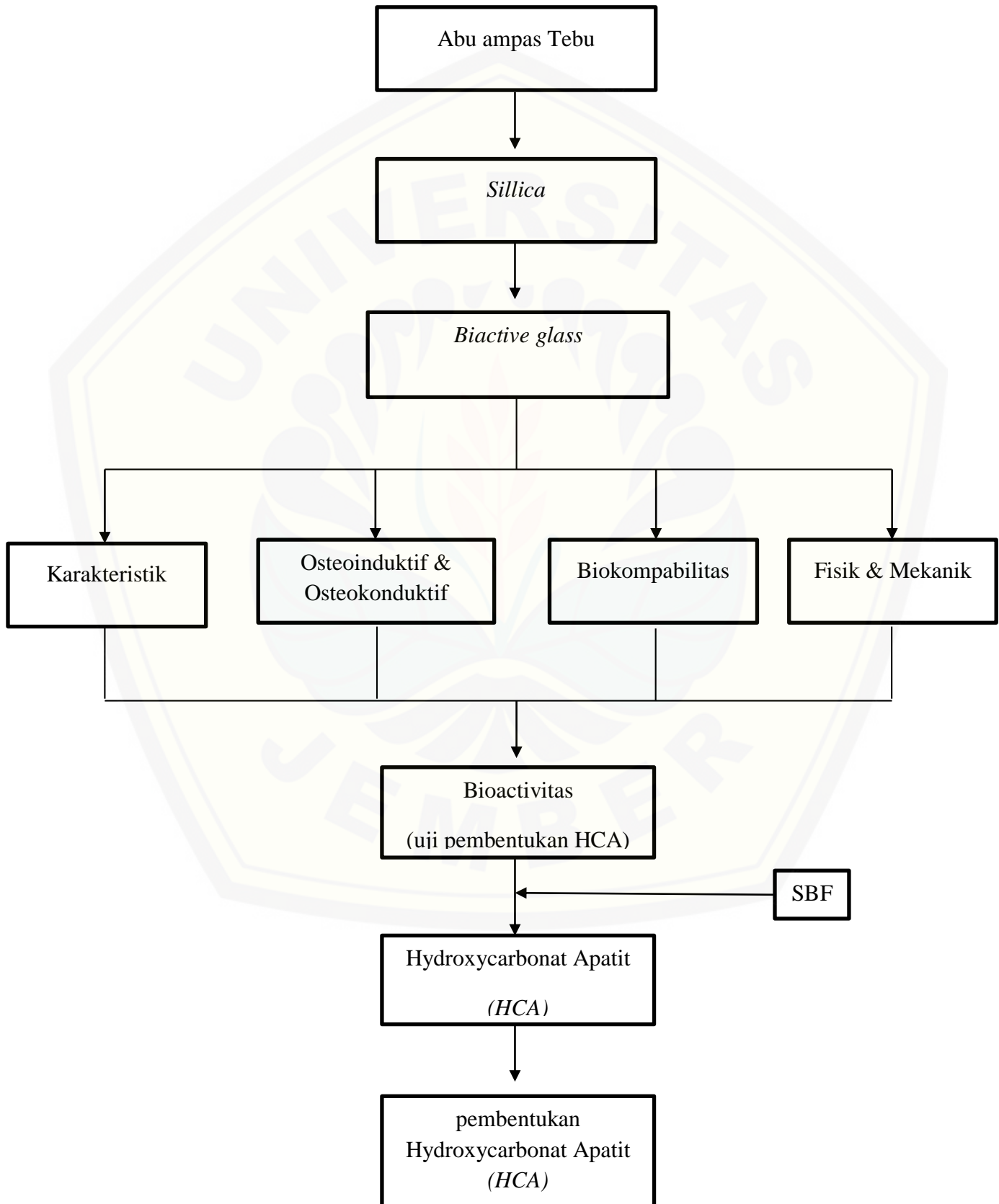
Scanning Electron Microscope terdiri atas beberapa bagian yaitu sumber elektron (*electron gun*) yang berupa filamen kawat wolfram, serangkaian lensa (kondensor dan objektif) yang bertindak untuk mengontrol diameter dan fokus spesimen, serangkaian *apertures*, bagian yang mengontrol posisi dan orientasi spesimen, daerah interaksi spesimen yang nantinya akan menghasilkan beberapa sinyal yang dapat dideteksi dan diproses untuk menghasilkan gambar, serta sistem layar (Hafner, 2007). Cara kerja mikroskop ini adalah sinar lampu dipancarkan pada lensa kondensor, sebelum masuk pada lensa kondensor ada pengatur dari pancaran sinar elektron yang ditembakkan. Sinar yang melewati lensa kondensor diteruskan lensa objektif yang dapat diatur maju mundurnya. Sinar yang melewati lensa objektif diteruskan pada spesimen yang diatur miring pada pencekamnya, spesimen ini disinari oleh deteksi *x-ray* yang menghasilkan sebuah gambar yang diteruskan pada layar monitor (Respati, 2008).

2.10 Kegunaan *biactive glass nano silica* sebagai bahan alternatif di bidang kedokteran gigi

Biactive glass nano silica mempunyai sifat biokompabilitas, regenerasi jaringan, sifat fisik dan mekanis yang baik dan pada ampas tebu mengandung lebih dari 50 % *silica*. Penggunaan *biactive glass* juga bisa digunakan sebagai *remineralizing agent*. Pada tahun 2014, Mehta et al. menunjukkan bahwa *biactive glass* (Novamin[®]) dan casein phosphopeptide-amorf kalsium fosfat (CPP-ACP) berhasil remineralisasi karies enamel (Abbasi, 2015).

Biactive glass juga telah digunakan untuk fusi tulang belakang, rekonstruksi krista iliaka, dan untuk mengisi cacat tulang di sejumlah prosedur ortopedi. Awal aplikasi klinis ini mengkonfirmasi bahwa bahan ini sebagai implan sangat kompatibel. Aplikasi yang lebih baru dari *biactive glass* adalah sebagai pelapis untuk implan logam ortopedi, pelapis trabecular, penggantian tulang, periodontology, endodontology, perancah untuk teknik jaringan tulang dan pengobatan regeneratif (abbasi, 2015).

2.11 Kerangka Konsep



2.12 Hipotesis

Perendaman pada cairan tubuh buatan *glass ionomer* tipe II dengan penambahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu membentuk *hydroxycarbonate apatite* (HCA).



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan 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 Penelitian

Laboratorium *Biosain* Politeknik Negeri Jember, Jember.

3.3 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September - November 2016.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel bebas :

- a. Penambahan 0,04 wt% bahan *Bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu pada bubuk *glass ionomer* tipe II.
- b. Perendaman *Bioactive glass nano silica* abu ampas tebu dengan cairan tubuh buatan.

3.4.2 Variabel terikat :

Pembentukan struktur *hydroxycarbonate apatit* bahan *glass ionomer* tipe II dengan tambahan *Bioactive glass nano silica* abu ampas tebu.

3.4.3 Variabel terkontrol :

- a. *Bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu.
- b. Metode pembuatan *Bioactive glass nano silica* dengan metode *sol-gel*

- c. Jenis abu ampas tebu.
- d. Jenis pengeringan abu ampas tebu.

3.5 Definisi Operasional

- a. Abu ampas tebu disebut juga baggase, adalah ampas yang berasal dari tebu yang diperoleh dari sisa hasil pengolahan tebu sebagai gula, yang dikeringkan dan dipanaskan dengan pembakaran ampas tebu yang dihasilkan oleh pabrik.
- b. *Bioactive glass nano silica* adalah glass berbasis nano silica yang dihasilkan dari ekstrak ampas tebu, yang diproduksi dengan metode sol-gel.
- c. Lapisan *hydroxycarbonat apatit* (HCA) merupakan ion karbonat yang bergabung didalam apatit. Prinsipnya ion karbonat mengganti struktur apatit di daerah OH dan di daerah PO_4^- . Secara umum CO_3^{2-} dominan mengganti PO_4^{3-} . Setelah bereaksi dengan cairan tubuh akan terbentuk struktur mineral tulang pada permukaan lapisan yang terlihat pada hasil *Scanning Electron Microscope* (SEM).
- d. *Software ImageJ* merupakan pengolahan untuk melihat luas area dalam persen pembentukan *hydroxycarbonat apatit* (HCA) dari gambar foto SEM.

3.6 Sampel Penelitian

3.6.1 Kriteria Sampel Penelitian

- a. Sampel berasal dari campuran bubuk *glass ionomer* tipe II yang ditambahkan 0,04 wt% *Bioactive glass nano silica* abu ampas tebu.
- b. Sampel dalam bentuk pasta.
- c. Sampel dengan diameter 5mm dan tinggi 3mm.

3.6.2 Besar sampel

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

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

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

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

$$n = 1,96^2$$

$$n = 3,84$$

$$n = 4$$

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 $z = 1,96$

Jadi sampel yang dibutuhkan untuk mengetahui pembentukan hydroxycarbonate apatite adalah sebanyak 4 sampel.

3.6.3 Kelompok sampel

- Kelompok *Glass ionomer bioactive glass* (GIBG 1) Bahan *glass ionomer* yang ditambahkan 0,04 wt% bahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu yang direndam dengan cairan tubuh buatan selama 5 menit.
- Kelompok *Glass ionomer bioactive glass* (GIBG2) Bahan *glass ionomer* yang ditambahkan 0,04 wt% bahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu yang direndam dengan cairan tubuh buatan selama 30 menit.

- Kelompok *Glass ionomer bioactive glass (GIBG4)* Bahan *glass ionomer* yang ditambahkan 0,04 wt% bahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu yang direndam dengan cairan tubuh buatan selama 60 menit.
- Kelompok *Glass ionomer (GI2)* Bahan *glass ionomer* yang direndam selama 5 menit.
- Kelompok *Glass ionomer (GI3)* Bahan *glass ionomer* yang direndam selama 30 menit.
- Kelompok *Glass ionomer (GI4)* Bahan *glass ionomer* yang direndam selama 60 menit.

3.7 Alat dan Bahan

3.7.1 Alat :

1. Oven (Memmert, UL 40, Germany)
2. *muffle furnace*
3. Saringan 200 mesh
4. Mortar
5. Pastel
6. Kertas saring *whatman no.42*
7. PH meter elektrik
8. Timbangan elektrik (4 angka dibelakang koma)
9. Pengaduk magnet (Wisester)
10. Beaker 200ml, 250ml, 400ml, 500ml dan 1000ml
11. Paper pad
12. Spatula agate
13. Sendok kecil
14. Tabung Erlenmeyer
15. *falcon tube*
16. Corong kaca
17. Cawan Porselin

18. Alumunium foil
19. Cetakan lempeng kuningan
20. *Scanning Electron Microscope* (SEM)

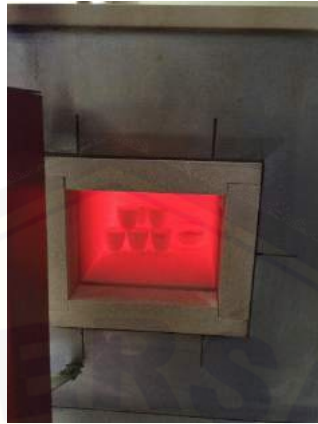
3.7.2 Bahan :

1. Abu ampas tebu
2. HCL 0,1 M
3. NaOH
4. Na₂SO₄
5. Na₂O
6. SBF
7. CaO
8. P₂O₅
9. HNO₃
10. Si(OC₂H₅)₄
11. (CaOH)₂
12. Semen ionomer kaca (kontrol)
13. Simulated body fluid (SBF)
14. Etanol 96%
15. Aquades
16. *Glass ionomer (fuji IX)*

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Pembuatan *Bioactive Glass Nano Silica*

- a. Ampas tebu dikeringkan di bawah sinar matahari, kemudian dibakar dengan api selama 2 jam.
- b. Membakar ampas tebu dalam alat furnace bersuhu 900⁰ C selama 2 hari hingga menjadi abu ampas tebu;



Gambar 3.1 Pembakaran abu dalam alat furnace bersuhu 900°C Mengayak abu ampas tebu menggunakan ayakan 200 mesh. Hasil ayakan abu tersebut ditimbang dan diambil 25 gram (Sumber : Koleksi Pribadi, 2016)



Gambar 3. 2 Mengayak abu ampas tebu menggunakan ayakan 200 mesh (Sumber : Koleksi Pribadi, 2016)

- c. 25 gram abu dimasukkan ke dalam gelas erlenmayer, kemudian ditambahkan larutan HCL 150 ml 0.1 M, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet selama 1 jam. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan logam lain selain *sillica* yang terdapat pada abu. Hasil pengadukan tersebut kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam;



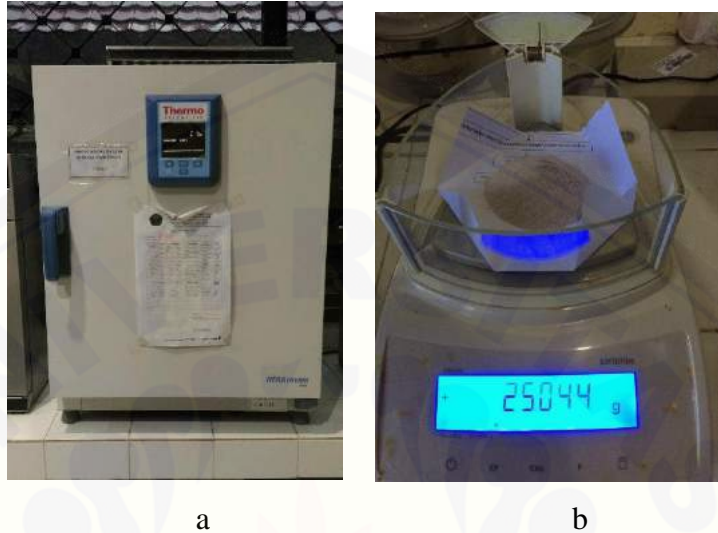
Gambar 3.3 Pencampuran abu ampas tebu dengan HCL menggunakan alat pengaduk magnet (Sumber : Koleksi Pribadi, 2016)

- d. kemudian abu ampas tebu disaring menggunakan kertas saring whatman no. 42 dan dibilas dengan akuades hingga pH normal (7). Pengecekan pH dilakukan menggunakan alat pH meter;



Gambar 3.4 Penyaringan abu ampas tebu menggunakan alat kertas saring whatman no. 42
Sumber : (Koleksi Pribadi, 2016)

- e. mengeringkan abu ampas tebu dalam oven bersuhu 110°C selama 2 jam, kemudian ditimbang;



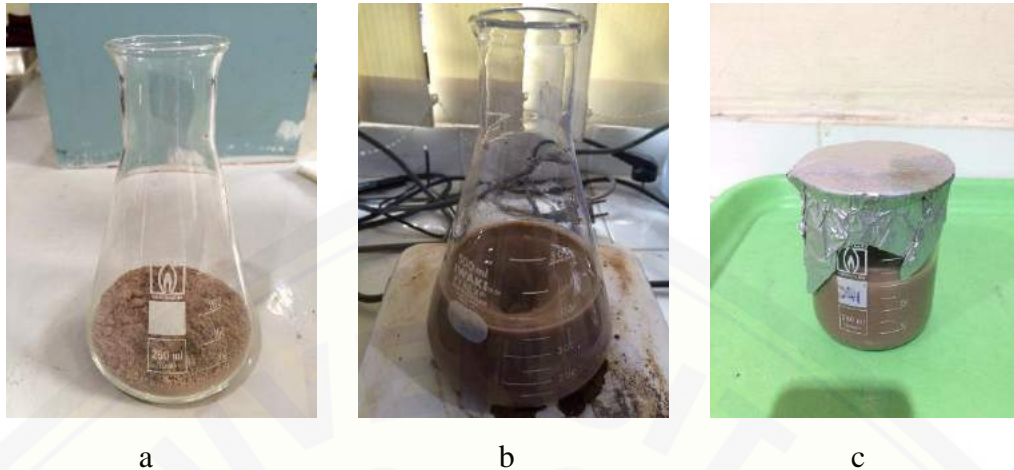
Gambar 3.5 a. Mengeringkan abu ampas tebu dalam oven bersuhu 110°C ,
b. penimbangan abu ampas tebu menggunakan alat timbangan digital
(Sumber : Koleksi Pribadi, 2016)

- f. abu yang akan digunakan pada tahap selanjutnya adalah 10 gram. Abu tersebut dimasukkan ke dalam gelas erlenmayer, kemudian dicampur dengan larutan 60 ml $\text{NaOH } 2\text{ N}$, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet. Suhu alat pengaduk magnet diaktifkan dan diatur sampai larutan mendidih selama 60 menit;
- g. Mendinginkan campuran di atas hingga mencapai suhu kamar, kemudian disaring dengan kertas saring whatman no 42. Hasil dari penyaringan ini adalah filtrat berupa natrium *sillicat*;



Gambar 3.6 Natrium *sillicat* (Sumber : Koleksi Pribadi, 2016)

- h. Mengeringkan natrium *sillicat* dengan oven bersuhu 110° selama 2 jam (Kristianingrum, dkk.);
- i. Natrium *sillicat* yang akan digunakan pada tahap selanjutnya adalah 5 gram. Natrium *sillicat* tersebut dimasukkan ke dalam gelas erlenmayer, kemudian dicampur dengan 15 ml akuades, dan diaduk secara otomatis menggunakan alat pengaduk magnet;
- j. kemudian 2,5 ml etanol 96% ditambahkan pada campuran di atas, dan tetap diaduk sampai larutan terlihat jernih;
- k. kemudian HNO_3 2 M ditambahkan sampai pH larutan menjadi normal (7). Pengecekan pH dilakukan menggunakan alat pH meter. Campuran di atas tetap diaduk secara otomatis selama 1 jam;
- l. setelah 1 jam pengadukan, 0,5 gram P_2O_5 (*phosporus pentoxide*) ditambahkan dan tetap diaduk selama 45 menit;
- m. 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;
- n. terakhir campuran tersebut diaduk selama 1 jam sampai terbentuk gel dan kemudian didiamkan selama 5 hari dalam temperatur ruang;



Gambar 3.7 a. Natrium *sillicat* kering, b. Natrium *sillicat* yang telah dicampur dengan akuades, etanol, HNO_3 , P_2O_5 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ dan diaduk menggunakan alat pengaduk magnet, c. Mendinginkan campuran selama 5 hari dalam temperatur ruang. (Sumber : Koleksi Pribadi, 2016)

- o. kemudian gel tersebut dikeringkan dalam oven bersuhu 60°C selama 72 jam. Pengeringan akhir dilakukan menggunakan alat furnace dengan suhu 600°C selama 5 jam, dilanjutkan dengan suhu 1000°C selama 2 jam (Adams, dkk.).

3.8.2 Pembuatan Cairan Tubuh Buatan.

- a. Cairan tubuh buatan ini disusun dengan menggunakan reagen yang terdiri dari KCL 0.2 gram/ L, NaCL 0.7 gram/ L, NaHCO_3 0.3 gram/ L, Na_2HPO_4 0.07 gram/ L, $\text{K}_2\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 0.2 gram/ L, 13 gram/ L, HCL 40 ml, $\text{MgCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.3gram/ L
- b. Reagen ditambahkan ke 700 mL air diberikan secara satu per satu setelah masing-masing reagen benar-benar tercampur.
- c. pH diatur sehingga menjadi 7,4 dengan cara menambahkan asam klorida 1 M, dan volume akhir disesuaikan dengan 1 L air (Marques, 2011).
- d. Suhu larutan dipertahankan pada 37°C (Chavan, 2010).

3.8.3 Persiapan Bahan Kelompok Perlakuan

- a. Timbang 2,5 gram *glass ionomer* tipe II.
- b. Timbang 10 mg bahan *bioactive glass nano silica*.
- c. Lakukan pengadukan secara manual menggunakan tabung kaca dengan penutup hingga tercampur seluruhnya.

3.8.4 Pembuatan Sampel *Glass ionomer* tipe II dengan campuran 0,04 wt% *Bioactive glass nano silica* dan sampel *Glass ionomer*

A. Sampel *Glass ionomer* tipe II dengan campuran 0,04 wt% *Bioactive glass nano silica* sesuai trial yang sudah dilakukan sebagai berikut :

- a. Sampel dibuat dengan mencampurkan 1 sendok peres *glass ionomer* tipe II dengan campuran 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dengan 1 tetes asam poliakrilat sesuai aturan pabrik dengan menggunakan spatula agate diatas *paper pad*.
- b. Bubuk dan cairan diaduk sampai homogen membutuhkan waktu sekitar 1 menit
- c. Masukkan adonan kedalam cetakan berupa cetakan kuningan *mould* dengan *diameter* 5 mm dan tinggi 3 mm menggunakan spatula agate
- d. Kemudian tutup dengan penutup lempeng kuningan.
- e. Memadatkan sampel menggunakan pemberat timbangan ½ kg.
- f. Memeriksa kekerasan sampel menggunakan sonde.
- g. Setelah mengeras sampel dilepas dari cetakan.
- h. Diamkan pada suhu ruang selama 24 jam.

B. Sampel kontrol menggunakan *glass ionomer* tipe II.

- a. Sampel dibuat dengan mencampurkan 1 sendok peres *Glass ionomer* tipe II dengan campuran 0,04 wt% *Bioactive glass nano silica* dengan 1 tetes asam poliakrilat sesuai aturan pabrik dengan menggunakan spatula agate diatas *paper pad*.
- b. Bubuk dan cairan diaduk sampai homogen membutuhkan waktu sekitar 1 menit
- c. Masukkan adonan *glass ionomer* tipe II kedalam cetakan berupa cetakan kuningan *mould* dengan diameter 5 mm dan tinggi 3 mm menggunakan spatula agate
- d. Kemudian tutup dengan penutup lempeng kuningan.
- e. Memadatkan sampel menggunakan pemberat timbangan ½ kg.
- f. Memeriksa kekerasan sampel menggunakan sonde.
- g. Setelah mengeras sampel dilepas dari cetakan.
- h. Diamkan pada suhu ruang selama 24 jam.

3.8.5 Analisis Pembentukan *Hydroxycarbonate apatit* (HCA)

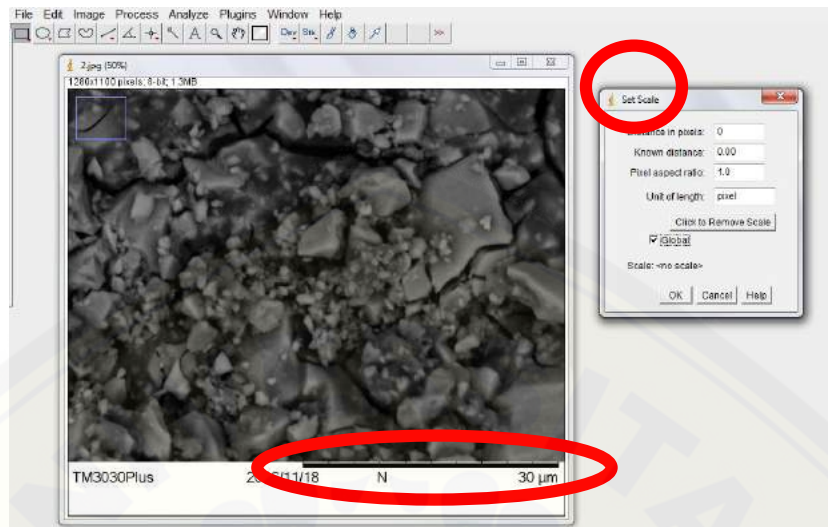
Sampel yang berukuran 3 x 5 mm dimasukkan ke dalam pot obat yang sudah diisi cairan tubuh buatan. Kemudian dimasukkan dalam inkubator dengan suhu ruang. Ditunggu masa perendaman selama 5 menit, 30 menit dan 60 menit. Setelah itu sampel diambil untuk dianalisis. Sampel diambil dicuci dengan hati-hati menggunakan aquades, Sampel yang kering diamati dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk diamati struktur pembentukan *Hydroxycarbonate apatit*.

3.8.6 Tahapan Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

1. Sampel *Glass ionomer* tipe II dengan campuran 0,04 wt% *Bioactive glass nano silica* berukuran 3 x 5
2. Sampel dikarakterisasi menggunakan alat SEM .
3. Hasil yang tampak pada monitor alat selanjutnya dilakukan interpretasi hasil.
4. Mengulangi tahapan 1-3 untuk kareterstik *glass ionomer*.

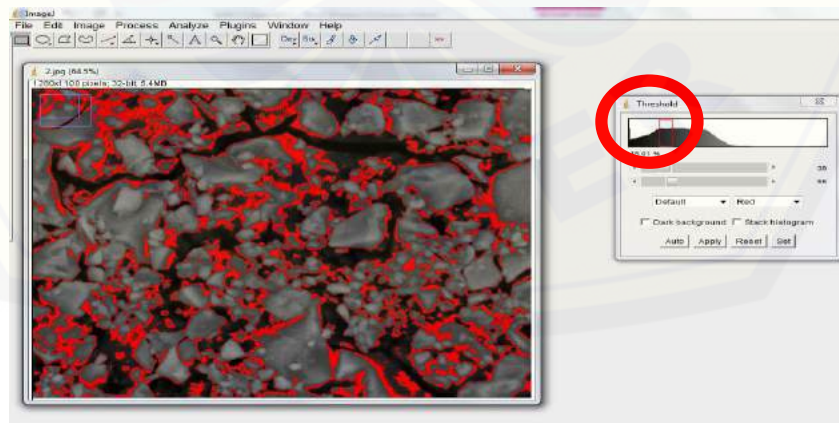
3.8.7 Pengolahan Gambar

- a. Pengolahan gambar yang didapat dari uji SEM dengan menggunakan *software ImageJ 1.49V*.
- b. Buka aplikasi *software ImageJ*, Klik *File* pada *toolbar*, kemudian *open* dan pilih gambar yang akan diolah.
- c. Langkah pertama untuk penggunaan *ImageJ* hal yang harus dilakukan untuk menganalisis ukuran area pembentukan *hydroxycarbonate apatit* (HCA) dari gambar sampel dengan mengkalibrasi ukuran pixel gambar SEM dengan ukuran acuan. Ukuran acuan biasanya ditampilkan pada hasil gambar SEM berupa garis dengan skala untuk menunjukkan tingkat perbesaran yang dilakukan. Kalibrasi dilakukan dengan cara menggambar garis lurus sepanjang ukuran acuan dengan memilih *icon* garis pada *toolbar*. Set skala yang dipilih dengan klik *Analyze > Set Scale*. Selanjutnya pengaturan disesuaikan dengan ukuran acuan dan satuan acuan yang digunakan. Pilih kolom global untuk menggunakan skala kalibrasi ini hingga aplikasi *ImageJ* ditutup (Kurniawan *et al.*, 2011). (Gambar 3.1).



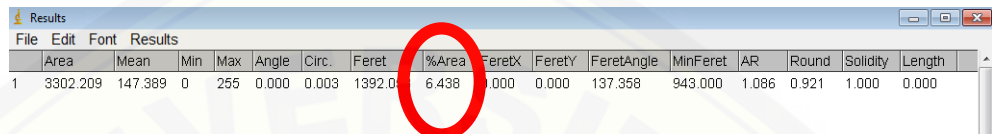
Gambar 3.7 Pengaturan kalibrasi gambar pada *software ImageJ 1.49V* (Sumber : Koleksi Pribadi, 2016)

- d. Tahap selanjutnya adalah menyesuaikan tipe gambar dengan memilih menu *Image > Type > 32-bit*.
- e. Untuk menganalisa luas area pembentukan *hydroxycarbonate apatit* (HCA) dapat digunakan menu *Image > Adjust > Threshold*. Mengatur level *Threshlod* maka dapat terlihat area pembentukan *hydroxycarbonate apatit* (HCA) akan tertutup dengan warna merah, (Gambar 3.2).



Gambar 3.8 Pengaturan *Treshold* pada *software ImageJ 1.49V* (Sumber : Koleksi Pribadi, 2016)

- f. Selanjutnya dilakukan analisa pembentukan *hydroxycarbonate apatit* (HCA) dengan menggunakan menu *Analyze > Set Measurement > centang Area Fraction*. Selanjutnya untuk mengeluarkan hasil perhitungan klik *Analyze > Measurement* dan hasil akan keluar melalui tabel (Kurniawan *et al.*, 2011). (Gambar 3.3).



	Area	Mean	Min	Max	Angle	Circ.	Feret	%Area	FeretX	FeretY	FeretAngle	MinFeret	AR	Round	Solidity	Length
1	3302.209	147.389	0	255	0.000	0.003	1392.0	6.438	0.000	0.000	137.358	943.000	1.086	0.921	1.000	0.000

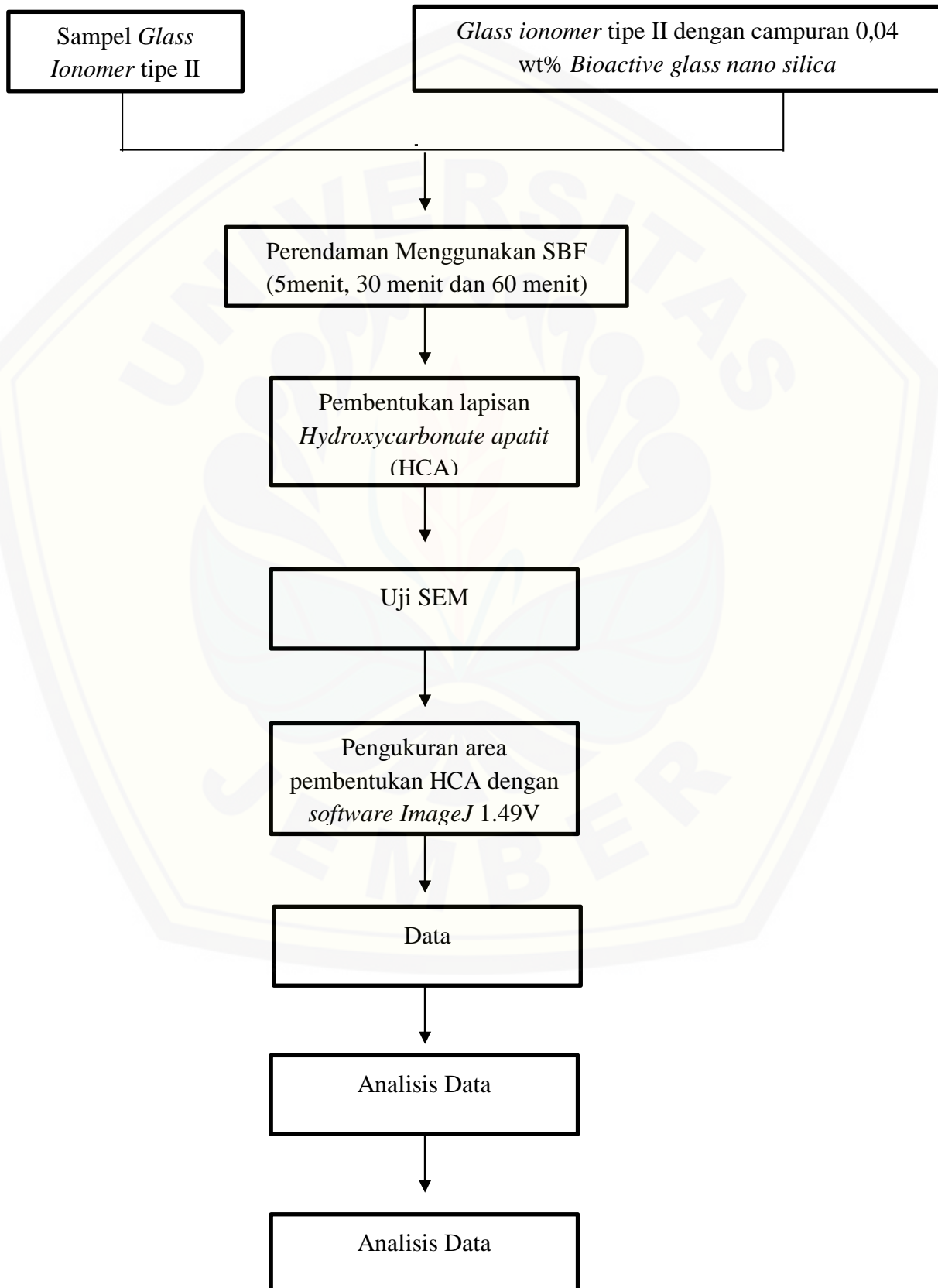
Gambar 3.8 Hasil Pengolahan Gambar dengan *Software ImageJ* (Sumber : Koleksi Pribadi, 2016)

- g. Hasil yang keluar dari 4 lapang pandang dalam tiap foto dijumlahkan dan dihitung sebagai persen area pembentukan *hydroxycarbonate apatit* (HCA).

3.9 Analisis Data

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

3.10 Alur Penelitian



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan penambahan 0,04 wt% *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu pada bubuk *glass ionomer* tipe II dan waktu perendaman yang lama menyebabkan peningkatan pembentukan HCA.

5.2 Saran

5.2.1 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai sifat fisik *glass ionomer* tipe II yang dicampur dengan bahan *bioactive glass nano silica* dari abu ampas tebu.

5.2.2 Perlu dilakukan penelitian mengenai perbandingan *hydroxycarbonate apatit* (HCA) *glass ionomer* tipe II yang dicampur dengan bahan *bioactive glass nano silica* yang telah dipasarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, Z., Bahrolom, ME., Shariat,MH., Bagheri, R.2015. *Bioactive Glass In Dentistry: A Review*. Journal Dental Biomaterial.Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz:Iran.
- Alauddin, S. S.2004.In vitro reminelazation of human enamel with Bioactive Glass Containing Dentifrice using Confocal Microscopy and Nanoidentation Analysis For Early Caries Defense. University of Florida:Florida
- Berkovitz, BKB., G.R Holland.,B.J Moxham. 2009 Oral anatomy, histology, and embryology. 4th ed. New York:129
- Carvalho, Sandhra M.; Agda A.R.O.; Elke M.F.L.; et.al. 2013. *Bioactive Glass Nanoparticles for Periodontal Regeneration and Application in Dentistry*; Federal University of Minas Gerais, Brazil.
- Chandra Indrawanto., Purwono., Siswanto., Syakir, M., Widi Rumini, MS. 2010. Budidaya dan Pasca Panen TEBU.
- Direktorat jenderal industri agro dan kimia departemen perindustrian jakarta. 2009. *roadmap industri gula*.
- Farancee, Jack L., Jhon C. Mitchell, Lawrence Musanje.2010 Departemen of restorative dentistry Biomimetic dentin desensitizer based on nano-structured bioactive glass, university 611SW Campus Drive, United stated
- Farooq, I., Zonera I., Umar F., Ali L., Humera A. Review Article. Bioactive Glass: A Material for the Future.10.5005/jp-journals.

Hadi *et al.*, 2011. Sintesis silika berbasis pasir alam Bancar menggunakan metode kopresipitasi. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, **Vol.7 No.2** Juni 2011.

Hafner, B. 2007. Scanning Electron Microscopy Primer. Characterization Facility.

Harsono, H. 2006. *Pembuatan Silika Abu Amorf dari Abu Sekam Padi*.

Harty F. J dan ogston, R. 1993. Kamus Kedokteran Gigi. Penerbit Kedokteran EGC

Jones, Julian R. 2013. Department of Materials, Imperial College London, South Kensington Campus, London. Review of bioactive glass: From Hench to hybrids.

Kurniawan, C, Waluyo, T.B, Sebayang, P. 2011. *Analisis Ukuran Partikel dengan Menggunakan Free Software ImageJ*. Pusat Penelitian Fisika-LIPI. ISSN 2088-4176.

Krishnan, V.; T. Laksmi. 2013. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research : Bioglass: A novel biocompatible innovation* 4(2), 78-83. Department of Oral Medicine and Radiology, SRM Kattankulathur Dental College and Hospitals; Chennai.

Landi, E., G. Celotti, G. Logroscino, A. Tampieri. Carbonated Hydroxyapatite as Bone Substitute, *Journal of the European Ceramic Society*, **23**, 2931-2937, (2003).

Liou, T. and Yang, C., (2011). Synthesis and Surface Characteristics of Nanosilika Produced from Alkali-Extracted Rice Husk Ash. *Materials Science and Engineering B*, 176:521-529.

- Mabrouk, M., Selim, M. M., Baharei, Hanan., El – Gohary, M. I. 2012. Effect of Incorporation of Nano Bioactive Silica Into Commercial Glass Ionomer Cements (GIC). *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. Vol 10: 113 – 119.
- Marques, C., Margareth, R., Loebenberg, R., Almukazini M. 2011. *Simulated Biological Fluids with Possible Application in Dissolution testing*. University of Alberta:Canada
- Mikrajuddin, A., Khairurrijal. 2008. "Review: Karakterisasi Nanomaterial", *Jurnal Nanoscience dan Teknologi vol.2, No.1*.
- Montazerian, M., Zanotto, DE.2015.*History and Trends of Bioactive Glass-Ceramics*. Jurnal of Biomedical Material Research Part A.
- Prabhakar, Attiguppe dan Arali, Veena. 2009. Comparison of the Remineralizing Effects of Sodium Fluoride and Bioactive Glass Using Bioerodible Gel System. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*. Vol. 3 (4): 117 – 121.
- Polini, A., Bai, H.,Tomsia AP. 2013.*Dental application of nano structured bioactive glass and its composites*.Nanomedicine and Nanobiotechnology.
- Rahaman, Mohamed N., Delbert E. Day, B. Sonny Bal, Qiang Fu, Steven B. Jung, Lynda F. Bonewald,Antoni P. Tomsia. 2011. Department of Materials Science and Engineering, and Center for Bone and Tissue Repair and Regeneration, Missouri University of science and technology, rolla: review bioactive glass in tissue engineering
- Rifauldin, S., Djajadi, Sumarni, Titin., Agung Nugroho. 2016. *pengaruh pupuk hijau (crotalaria juncea l.) dan konsentrasi pupuk nano silika pada pertumbuhan dan hasil tebu setelah umur 9 bulan*.jurusan budidaya pertanian, fakultas pertanian, universitas brawijaya.

- Rofikotul ,K., Yusuf, wahyudi. 2014. *Pemakaian abu ampas tebu dengan variasi suhu sebagai substitusi parsial semen dalam campuran beton*. Jurusan teknik sipil– fakultas teknik univ. muhammadiyah malang.
- Roveri, N., E. Battistella, I. Foltran, E. Foresti, M. Lafisco, M. Lelli, B. Palazzo, dan L. Rimondini. 2008. Synthetic Biomimetic Carbonate-Hydroxyapatite Nanoscrystals for Enamel Remineralization, *Advanced Materials Research*, **47-50**, 821-824.
- S., Hanafi A dan R., Nandang A. 2010. Studi Pengaruh Bentuk Silika dari Ampas Tebu terhadap Kekuatan Produk Keramik. *Jurnal Kimia Indonesia*. Vol. 5 : 35 – 38.
- Schubert, U., and Husing, N. 2000. *Synthesis of Inorganic Material*. Willey-VCH Verlag GmbH. D-69469 Wernbeim. Federal Republik of Germany.
- Simon, SRJ., Berdal A, Cooper PR., Lumley PJ., Tomson PL., dan Smith AJ. 2011. *Dentin-pulp complex regeneration: from lab to clinic*. Adv Dent Res:23(3):340-45.
- Suhendarwati, L., Bambang Suharto., Liliya Dewi Susanawati. *Pengaruh Konsentrasi Larutan Kalium Hidroksida pada Abu Dasar Ampas Tebu Teraktivasi:Teknik Pertanian*, Universitas Brawijaya
- Suryadi. 2011. *Sintesis dan Karakterisasi Biomaterial Hidroksiapatit dengan Proses Pengendapan Kimia basah*. Universitas Indonesia: Jakarta
University of Minnesota-Twin Cities.

- Urpo, H.Y.; Lippo V.J.L.; Timo N.; et al. 2005. *Compressive strength and surface characterization of glass ionomer cements modified by particles of bioactive glass*. Institute of Dentistry, University of Turku, Finlandia.
- Wijonarko, B. (2010). Sintesis dan Karakterisasi Silika gel dari Abu Sekam Padi dengan Menggunakan Variasi Konsentrasi Asam Klorida. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- 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*. 116: 479-487.] Departement of Biomedical Engineering, Indiana University. USA.
- Yunita, Merry S. 2011. Deteksi shock wave hasil paparan laser Nd YAG pada enamel gigi untuk aplikasi terapi. Universitas Airlangga
- Yusuf, W.,Karimah R. 2014. *Pemakaian abu ampas tebu dengan variasi suhu sebagai substitusi parsial semen dalam campuran beton*. Jurusan teknik sipil-fakultas teknik univ. muhammadiyah malang.

LAMPIRAN SURAT A. PENELITIAN

A.1 Surat Penelitian Laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember



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

Nomor : 3571/UN25.8.TL/2016
Perihal : Ijin penelitian

26 OCT 2016

Kepada Yth
Kepala Laboratorium Biosain
Politeknik Negeri 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 | : Wahyu Hidayat |
| 2 | NIM | : 131610101002 |
| 3 | Semester/Tahun | : 7 / 2013 |
| 4 | Fakultas | : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember |
| 5 | Alamat | : Jl. Batu Raden II No. 07 Jember |
| 6 | Judul Penelitian | : Analisis Pembentukan Hidroksi Carbonance Apatit Bioactive Glass Nanosilica Ampas Tebu Menggunakan SEM |
| 7 | Lokasi Penelitian | : Laboratorium Biosain Poltek Negeri Jember |
| 8 | Data/alat yang dipinjam | : SEM (Scanning Electron Microscopy) |
| 9 | Waktu | : Nopember 2016 s/d Selesai |
| 10 | Tujuan Penelitian | : Untuk menganalisa Pembentukan HCA dengan SEM |
| 11 | Dosen Pembimbing | : 1. Dr. drg. Didin Erma I, M.Kes
: 2. drg. Izzata Barid, M.Kes |

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih



A.2 Surat Hasil Identifikasi Jenis Tebu.



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

SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI

No. 3.0.3.0/UN25.1.9/TU/2016

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

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

maka dapat disampaikan hasilnya bahwa spesimen tersebut adalah :

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

Jember, 7 November 2016

Mengetahui,
 Pembantu Dekan I,



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

Ketua Laboratorium

Dra. Dwi Setyati, M.Si
 NIP. 196404171991032001

Determined by Fuad Bahrul Ulum, S.Si, M.Sc.

LAMPIRAN B. ANALISA SPSS**B.1 Hasil Uji Normalitas****Tests of Normality**

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Data GIB1	.272	4	.	.892	4	.393
GIB2	.230	4	.	.907	4	.468
GIB3	.199	4	.	.987	4	.943
GI1	.264	4	.	.903	4	.444
GI2	.216	4	.	.953	4	.736
GI3	.265	4	.	.900	4	.432

a. Lilliefors Significance Correction

B.2 Hasil Uji Homogenitas**Levene's Test of Equality of Error Variances^a**

Dependent Variable: Data

F	df1	df2	Sig.
1.225	5	18	.338

B.3 Hasil Uji Two Way Anova**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	127.387 ^a	5	25.477	10.522	.000
Intercept	17495.460	1	17495.460	7.225E3	.000
Bahan	11.648	1	11.648	4.811	.042
Waktu	114.493	2	57.246	23.642	.000
Bahan * Waktu	1.245	2	.623	.257	.776
Error	43.585	18	2.421		
Total	17666.432	24			
Corrected Total	170.972	23			

a. R Squared = ,745 (Adjusted R Squared = ,674)

B.4 Hasil Uji LSD

Multiple Comparisons

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
GIBG1	GIBG2	-3.77175 [*]	1.100316	.003	-6.08343	-1.46007
	GIBG3	-5.14950 [*]	1.100316	.000	-7.46118	-2.83782
	GI1	1.21475	1.100316	.284	-1.09693	3.52643
	GI2	-1.75300	1.100316	.129	-4.06468	.55868
	GI3	-4.20300 [*]	1.100316	.001	-6.51468	-1.89132
GIBG2	GIBG1	3.77175 [*]	1.100316	.003	1.46007	6.08343
	GIBG3	-1.37775	1.100316	.227	-3.68943	.93393
	GI1	4.98650 [*]	1.100316	.000	2.67482	7.29818
	GI2	2.01875	1.100316	.083	-.29293	4.33043
	GI3	-.43125	1.100316	.700	-2.74293	1.88043
GIBG3	GIBG1	5.14950 [*]	1.100316	.000	2.83782	7.46118
	GIBG2	1.37775	1.100316	.227	-.93393	3.68943
	GI1	6.36425 [*]	1.100316	.000	4.05257	8.67593
	GI2	3.39650 [*]	1.100316	.006	1.08482	5.70818
	GI3	.94650	1.100316	.401	-1.36518	3.25818
GI1	GIBG1	-1.21475	1.100316	.284	-3.52643	1.09693
	GIBG2	-4.98650 [*]	1.100316	.000	-7.29818	-2.67482
	GIBG3	-6.36425 [*]	1.100316	.000	-8.67593	-4.05257
	GI2	-2.96775 [*]	1.100316	.015	-5.27943	-.65607
	GI3	-5.41775 [*]	1.100316	.000	-7.72943	-3.10607
GI2	GIBG1	1.75300	1.100316	.129	-.55868	4.06468
	GIBG2	-2.01875	1.100316	.083	-4.33043	.29293
	GIBG3	-3.39650 [*]	1.100316	.006	-5.70818	-1.08482
	GI1	2.96775 [*]	1.100316	.015	.65607	5.27943
	GI3	-2.45000 [*]	1.100316	.039	-4.76168	-.13832

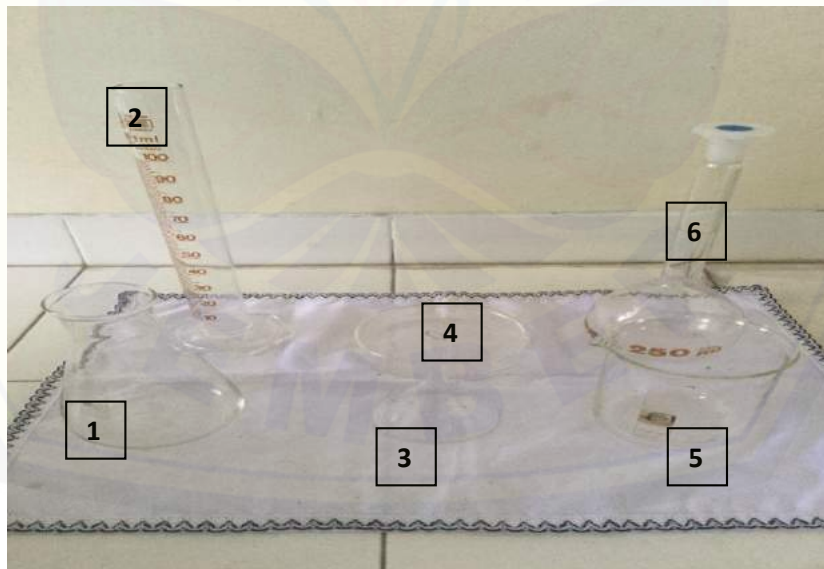
GI3	GIBG1	4.20300 ⁺	1.100316	.001	1.89132	6.51468
	GIBG2	.43125	1.100316	.700	-1.88043	2.74293
	GIBG3	-.94650	1.100316	.401	-3.25818	1.36518
	GI1	5.41775 ⁺	1.100316	.000	3.10607	7.72943
	GI2	2.45000 ⁺	1.100316	.039	.13832	4.76168



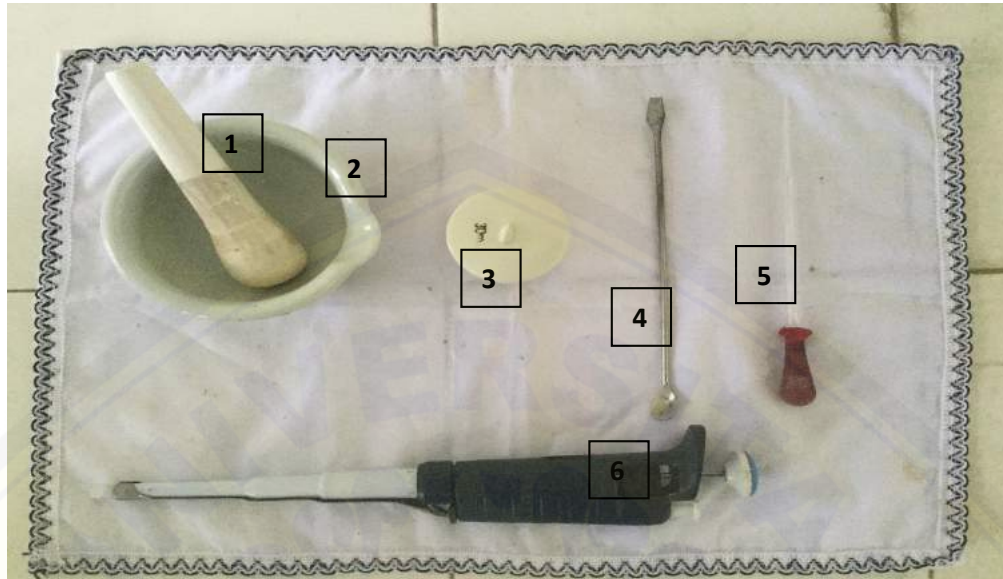
C.1 Alat Penelitian



1. Pemberat timbangan
2. Cetakan Lempengan ukuran tinggi 3 mm diameter 5 mm



- | | |
|----------------------|---------------|
| 1. Tabung Erlenmayer | 4. Petridisk |
| 2. Beaker glass | 5. Glass Ukur |
| 3. Corong | 6. Labu ukur |



- 1. Mortar
- 2. Pastel
- 3. Cawan
- 4. Sendok Kecil
- 5. Pipet
- 6. Mikro Pipet



- 1. Pinset
- 2. Spatula Agate
- 3. Gunting
- 4. Sonde Lurus



(Timbangan Digital)



(Desikator)



(Furnice)



(Inkubator)



Scanning Electron Microscop (SEM)



(Ayakan 200 mesh)



(Pengaduk magnet)



(pH meter)



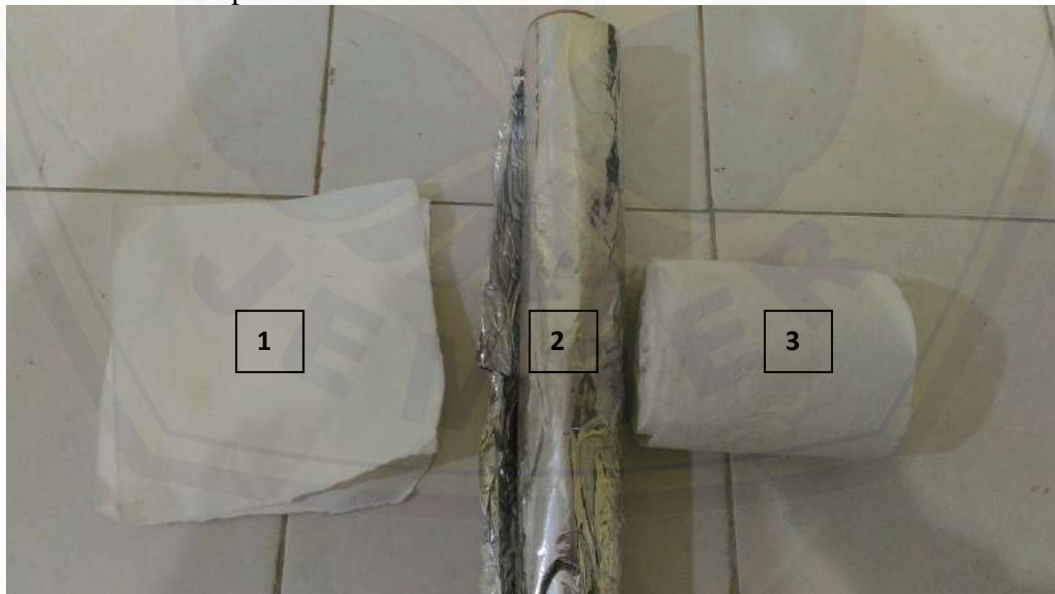
(Oven)

C.2 Bahan Penelitian

1. Akuades
2. NaOH (*sodium oxide*) 2 N
3. P₂O₅ (*phosphorus pentoxide*)
4. Ca (NO₃)₂ · 4 H₂O (*calcium nitrate tetrahydrate*)
5. HCL (*hydrochloric acid*)
6. HNO₃ (*nitric acid*)
7. Etanol 96%



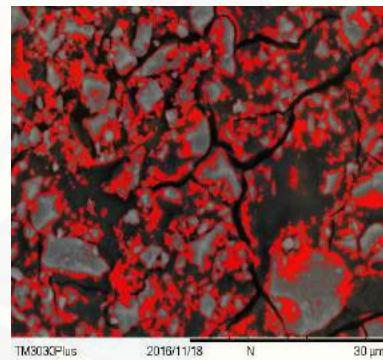
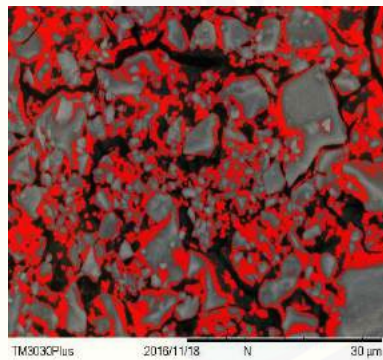
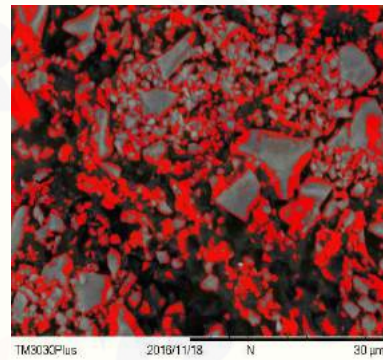
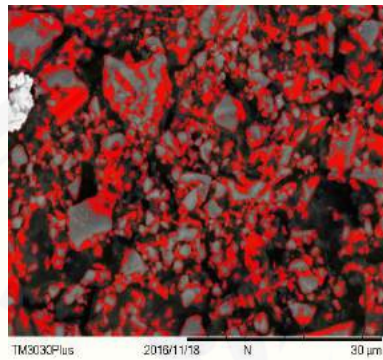
1. *Bioactive glass nano silica* 0,04 wt% dalam semen ionomer kaca
2. Semen ionomer kaca
3. Asam poliakrilat
4. Paper pad
5. Sendok takar pabrik



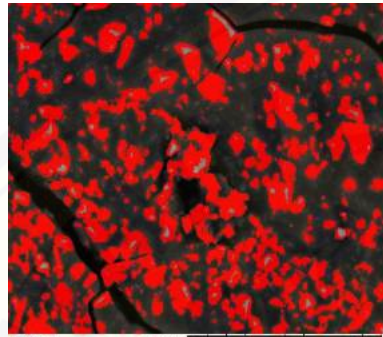
1. Kertas saring whatmann no 42
2. *Aluminium foil*
3. Tisu

LAMPIRAN D. HASIL ANALISA *SCANNING ELECTRON MICROSCOPY* (SEM) DAN ANALISA *SOFTWARE IMAGEJ*.

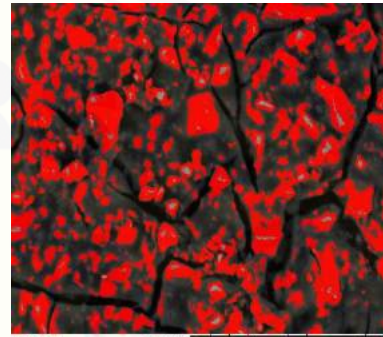
D.1 KELOMPOK *GLASS IONOMER* DENGAN PENAMBAHAN *BIACTIVEGLASS NANO SILICA* YANG DIRENDAM PADA CAIRAIN TUBUH BUATAN SELAMA 5 MENIT



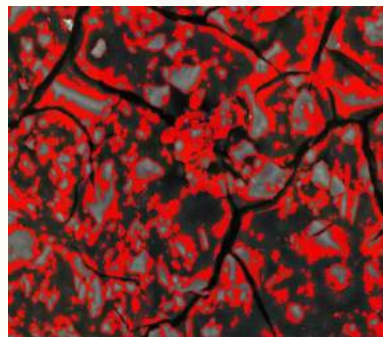
**D. 2 KELOMPOK *GLASS IONOMER* DENGAN PENAMBAHAN
BIACTIVEGLASS NANO SILICA YANG DIRENDAM PADA CAIRAN
TUBUH BUATAN SELAMA 30 MENIT**



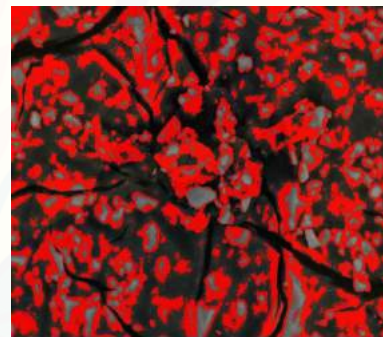
TM303CPlus 2016/11/18 N 30 μm



TM303CPlus 2016/11/18 N 30 μm

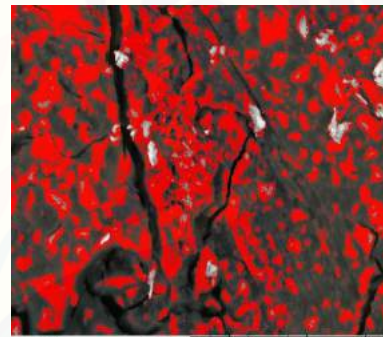
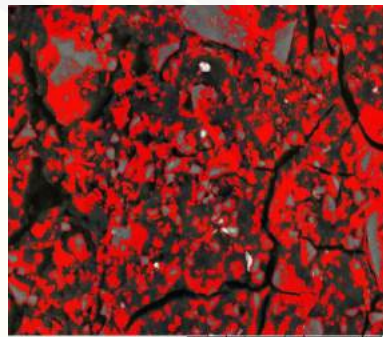
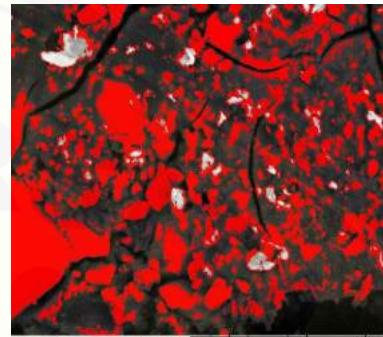
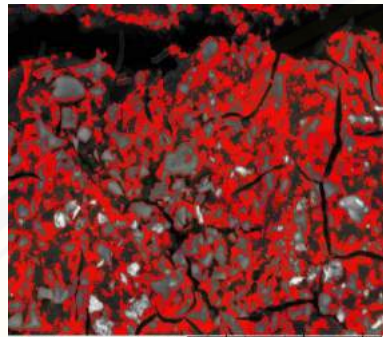


TM303CPlus 2016/11/18 N 30 μm

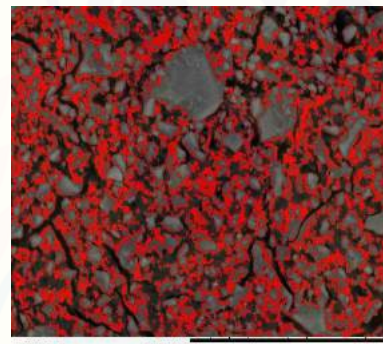
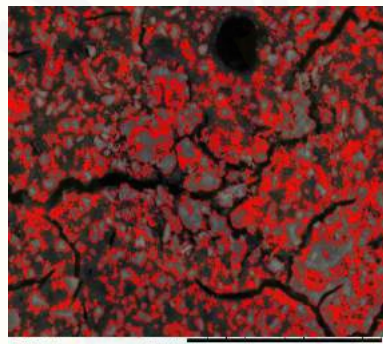
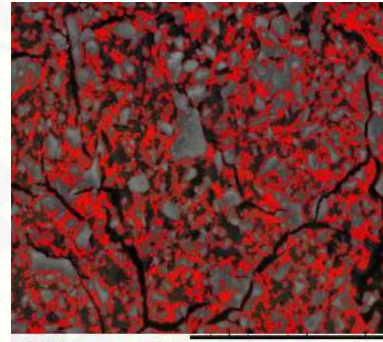
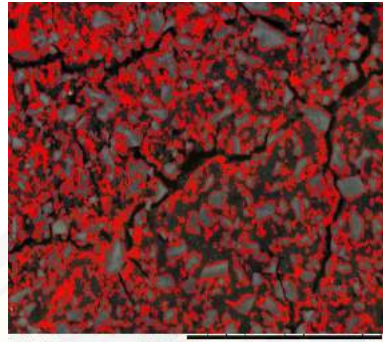


TM303CPlus 2016/11/18 N 30 μm

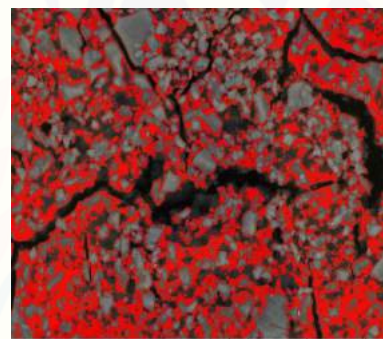
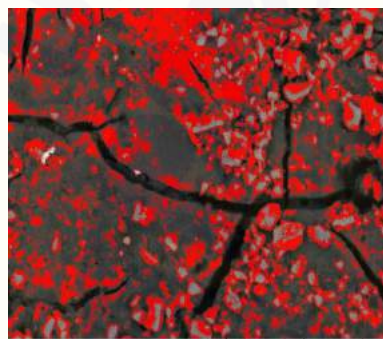
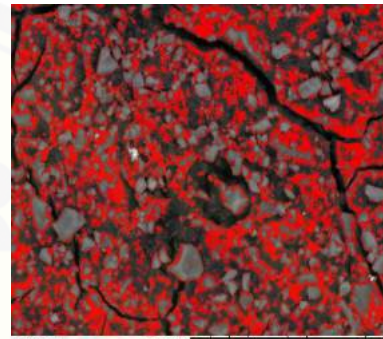
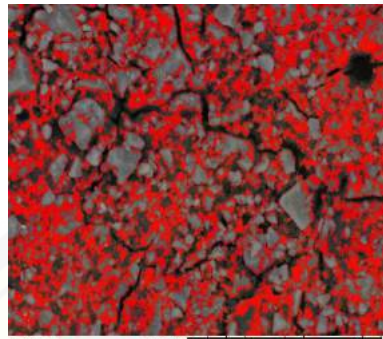
**D. 3 KELOMPOK *GLASS IONOMER* DENGAN PENAMBAHAN
BIACTIVEGLASS NANO SILICA YANG DIRENDAM PADA CAIRAN
TUBUH BUATAN SELAMA 60 MENIT**



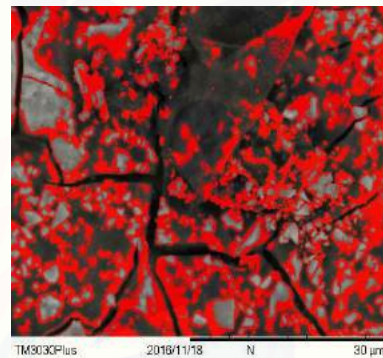
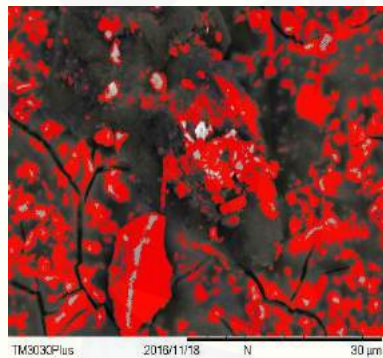
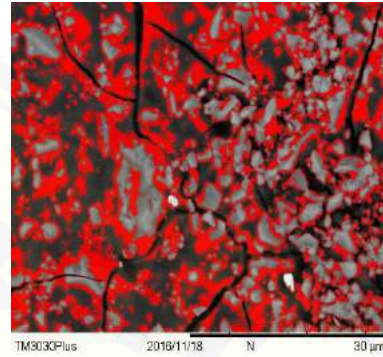
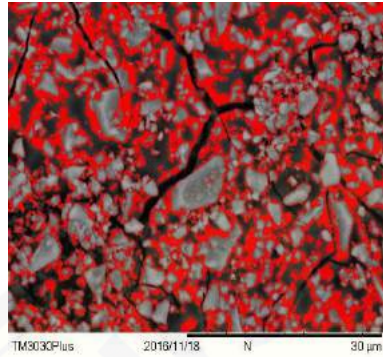
D. 4 KELOMPOK *GLASS IONOMER* YANG DIRENDAM PADA CAIRAIN TUBUH BUATAN SELAMA 5 MENIT



D. 5 KELOMPOK *GLASS IONOMER* YANG DIRENDAM PADA CAIRAIN TUBUH BUATAN SELAMA 30 MENIT



D. 6 KELOMPOK *GLASS IONOMER* YANG DIRENDAM PADA CAIRAIN TUBUH BUATAN SELAMA 60 MENIT



LAMPIRAN E. JUMLAH LUAS AREA SAMPEL

No	Kelompok	Jumlah Pembentukan HCA
1	GIBG 1	23.540
2		25.231
3		26.745
4		23.374
5	GIBG 2	27.355
6		26.897
7		28.674
8		31.051
9	GIBG 3	28.296
10		30.044
11		31.523
12		29.625
13	GI 4	24.423
14		23.727
15		22.993
16		22.888
17	GI 5	28.816
18		25.302
19		24.286
20		27.498
21	GI 6	27.097
22		29.953
23		28.504
24		30.148