

PREPARASI DAN KARAKTERISASI KALSIUM FERIT DARI KERAMIK BIOGELAS MENGUNAKAN *SIMULATED BODY FLUID (SBF) RINGER* UNTUK APLIKASI IDENTIFIKASI SEL KANKER

Bambang Sunendar dan Irwan Taufik Hermawan

Program Studi Teknik Fisika - ITB

Jl. Ganesa 10, Bandung 40132

e-mail : purwa@tf.itb.ac.id

ABSTRAK

PREPARASI DAN KARAKTERISASI KALSIUM FERIT DARI KERAMIK BIOGELAS MENGGUNAKAN *SIMULATED BODY FLUID (SBF) RINGER* UNTUK APLIKASI IDENTIFIKASI SEL KANKER. Adanya kebutuhan akan penyembuhan penyakit yang lebih baik dan lebih cepat telah meningkatkan kebutuhan teknologi biomaterial terutama biomedis khususnya pada terapi kanker. Penggunaan biomaterial di dalam tubuh sangat berguna untuk memperbaiki kualitas hidup manusia sekaligus menyelamatkan nyawa banyak orang tiap tahunnya. Pertumbuhan sel kanker sangat cepat dan mudah menempel di jaringan tubuh karena sifat hidrofiliknya sehingga perlu mengidentifikasi sel kanker lebih cepat dan selanjutnya dilakukan terapi untuk memusnahkannya. Penelitian ini bertujuan melihat terbentuknya senyawa *Calcium ferrite* (CaFe_4O_7) dan *hematite* ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) serta tingkat kompatibilitas keramik biogelas di dalam tubuh. *Calcium ferrite* (CaFe_4O_7) adalah senyawa yang fasanya menyerupai tulang sehingga sangat mungkin untuk digunakan sebagai bahan dalam perbaikan tulang. Sedangkan *hematite* ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) digunakan sebagai biogelas aktif yang berfungsi sebagai bahan magnetik yang tidak stabil untuk mendeteksi adanya sel kanker yang juga bersifat tidak stabil. Karakter morfologi strukturmikro *apatite* di permukaan diinvestigasi dengan *XRD* dan *SEM* untuk mengetahui bioaktivitas dari keramik biogelas sebelum diaplikasikan dalam identifikasi sel kanker.

Kata kunci : Keramik biogelas aktif, *Calcium ferrite*, *Hyperthermia*, *Apatite*

ABSTRACT

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF CALCIUM FERRITE FROM BIOGLASS CERAMICS USING SIMULATED BODY FLUID (SBF) RINGER FOR APPLICATION OF CANCER CELL IDENTIFICATION. Demand for better and faster physical healing have improved biomaterial technology especially biomedic in cancer therapy. The using of biomaterial in human body is very useful for improving quality of human life and also save many people every year. Cancer cells growth very fast and fix in body network easily because its hydrophilic characteristic, so fast identifying to cancer cells is important and continued with therapy for damaging it. The aim of this research is to analyze the formation of *Calcium ferrite* (CaFe_4O_7) and *hematite* ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) and also bioglass ceramic biocompatibility for human body. *Calcium ferrite* (CaFe_4O_7) is compound having phase like bone which is very possible to use as material in improving bone structure. Meanwhile *hematite* ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) used as bioactive glass which have main function as magnetic material to detect existence of cancer cells that also unstable. Morphology character of *apatite* microstructure in the surface were investigated by *XRD* and *SEM* to know bioactivity of bioglass ceramic before applying in cancer cell identification.

Key words : Bioglass active ceramics, Calcium ferrite, Hyperthermia, Apatite

PENDAHULUAN

Kesuksesan biomaterial khususnya biogelas aktif sebagai pembawa sifat hidrofilik di dalam tubuh manusia tergantung pada sifat material tersebut, *design* dan *biocompatibility* dari material yang digunakan selain

dari faktor enjinir juga teknik yang digunakan oleh dokter, kesehatan dan kondisi pasien serta aktivitas pasien. Dengan perencanaan yang baik antara pasien dan dokter, penggunaan biomaterial di dalam tubuh sangat berguna

untuk memperbaiki kualitas hidup manusia sekaligus menyelamatkan nyawa banyak orang tiap tahunnya [1].

Banyak reaksi dalam tubuh manusia sensitif terhadap pH karena melibatkan enzim yang hanya dapat bekerja pada pH darah 7,35 hingga pH darah 7,45. Oleh karena itu, tubuh memiliki sistem larutan penyangga (*buffer*) sehingga pH darah tidak turun di bawah 7,0 atau naik di atas 7,8 karena akan berakibat fatal bagi tubuh. Untuk mempertahankannya, darah memiliki beberapa larutan penyangga alami, yaitu haemoglobin, penyangga karbonat H_2CO_3/HCO_3^- dan penyangga fosfat $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ [2,4].

Calcium ferrite ($CaFe_2O_7$) adalah senyawa yang fasanya menyerupai tulang. sehingga sangat mungkin untuk digunakan sebagai bahan dalam perbaikan tulang. Sedangkan *hematite* $\alpha-Fe_2O_3$ digunakan sebagai biogelas aktif yang berfungsi sebagai bahan magnetik yang tidak stabil untuk mendeteksi adanya sel kanker. Pendeteksian besarnya sel kanker melalui teknik *MRI* (*Magnetic Resonance Imaging*) [3].

Sebagai prekursor, digunakan larutan *SBF* (*Simulated Body Fluid*) *Ringer* yang menyerupai fungsi darah dalam tubuh manusia dengan standar ASTM F 2129 [5]. *SBF* adalah suatu larutan yang dibuat menyerupai kondisi darah manusia, dengan cara mengatur konsentrasi ion-ion seperti yang terkandung di dalam tubuh manusia sehingga pH-nya menyerupai kondisi tubuh manusia. Larutan *SBF* ini akan membawa *hematite* ($\alpha-Fe_2O_3$) pada sel kanker kemudian *hematite* akan menyelimuti sel kanker tersebut, sehingga sel kanker akan terdeteksi dan besarnya sel kanker akan terlihat [8].

Pembentukan lapisan *apatite* di permukaan telah diinvestigasi melalui proses perendaman gelas bio aktif dan keramik gelas ke dalam larutan *SBF Ringer* yang mengandung *Tris buffer solution (TBS) Tris (hydroxymethyl) aminomethane* [5] dengan konsentrasi ion yang serupa dengan yang terdapat pada plasma darah manusia selama 8 hari [9].

Didasari oleh penelitian-penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini telah dilakukan sintesis dan karakterisasi kalsium ferit dari biogelas keramik sebagai sumber untuk zat aktif sistem indentifikasi sel kanker dan *Simulated Body Fluid (SBF) ringer* sebagai cairan tubuh tiruan yang berfungsi sebagai pelarut dari *hematite* ($\alpha-Fe_2O_3$) yang dihasilkan dari biogelas keramik tersebut. Untuk mengetahui peformansi produk akhir, pada penelitian ini digunakan *X-ray difraktometer* untuk menentukan fasa, *SEM* untuk melihat strukturmikro dan pengukuran kehilangan berat dari $\alpha-Fe_2O_3$.

METODE PERCOBAAN

SBF memiliki konsentrasi ion standar yang bisa diperoleh secara stoikiometri melalui prekursor $NaCl$, $CaCl_2$, KCl , $NaHCO_3$, $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, Na_2SO_4 dan ditunjang dengan larutan penyangga jenis

Tris (hydroxymethyl) aminomethane yang mempunyai stabilitas dengan cairan biologis yang baik dan HCl yang dicampurkan ke dalam 1 L *aquadest* pada suhu $37^\circ C$, kemudian distir menggunakan *stirrer magnetik*, mengacu standar *ASTM F 2129*.

SBF Ringer dibuat dari $NaCl$, $CaCl_2$, KCl , $NaHCO_3$ yang ditunjang dengan larutan penyangga *Tris (hydroxymethyl) aminomethane* 50 mM sebanyak 5 g/L dan HCl 45 mM sebanyak 40 mL diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Selanjutnya *SBF Ringer* diukur derajat pH nya sampai mencapai pH 7,4.

Pelelehan bahan-bahan gelas menggunakan tungku *Nabertherm* pada suhu $1150^\circ C$ untuk Gelas 1 dengan komposisi Na_2O 28 %berat, CaO 8 %berat, P_2O_5 3 %berat, Fe_2O_3 11 %berat, SiO_2 50 %berat dan $1130^\circ C$. Untuk Gelas 2 dengan komposisi Na_2O 25 %berat, CaO 8 %berat, P_2O_5 3 %berat, Fe_2O_3 20 %berat, SiO_2 41 %berat, B_2O_3 3 %berat. Hasil leburan tersebut langsung dituangkan secara *quench* untuk membentuk gelas pada pelat baja. Selanjutnya dilakukan *heat treatment* serbuk gelas yang telah halus (0,1 mm).

Tabel 1 di bawah ini merupakan acuan proses perlakuan panas untuk mendapatkan sumber kalsium ferit dan $\alpha-Fe_2O_3$ dari bio keramik gelas yang telah dibuat oleh peneliti sebelumnya. [5]

Tabel 1. Heat treatment Gelas pada berbagai suhu [5]

HEAT TREATMENT				
Gelas Ceramic	Asal Gelas	Pengintian	Pertumbuhan	Fasa kristalin yang terbentuk
BG 1	G 1	430°C /1 jam	780°C /24 jam	$CaFe_2O_7$, $\alpha-Fe_2O_3$
BG 2	G 1	730°C /1 jam	780°C /58 jam	$CaFe_2O_7$
BG 3	G 2	475°C /1 jam	690°C /24 jam	$CaFe_2O_7$, $\alpha-Fe_2O_3$

Untuk mengkaraterisasi produk biogelas yang dibuat, dalam penelitian ini digunakan *XRD* untuk melihat fasa yang terbentuk sebelum dan setelah dilakukan *heat treatment*. [11]. Pengujian *XRD* terhadap sampel menggunakan pada kisaran radiasi $CuK\alpha 20^\circ$ hingga 80° . *SEM* digunakan untuk melihat strukturmikro gelas sebelum dan setelah dilakukan *heat treatment*. Sampel yang telah menjadi serbuk tersebut dimasukkan kedalam larutan *SBF Ringer* yang bertujuan untuk melihat pengurangan berat sampel setelah direndam selama 8 hari sebagai waktu acuan mulai terjadinya penurunan ion-ion penyusun larutan *SBF*.

Tabel 2. Konsentrasi ion pada *SBF* (mM)

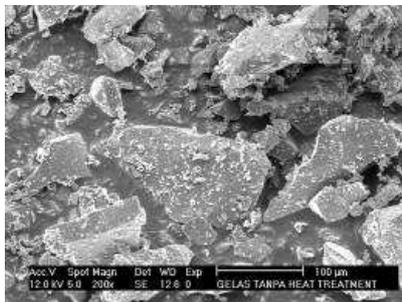
ION	Blood Plasma	Ringer's sol
Na^+	130 - 155	39.1
K^+	4.0 - 5.6	1.4
Mg^{2+}	1.6 - 2.2	0
Ca^{2+}	4.0 - 5.5	0.4
Cl^-	100 - 110	40.7
HCO_3^-	24 - 30	0.6
HPO_4^{2-}	1.6 - 2.7	0
SO_4^{2-}	0.7 - 1.5	0

Tabel 2 memperlihatkan konsentrasi dari komposisi pembentuk larutan *SBF* dimana pada penelitian ini sebagai acuan menggunakan larutan *SBF Ringer*, dimana konsentrasi *Cl* lebih rendah dibandingkan dengan jenis *SBF* yang dibuat oleh Kokubo, et. al, dan Hank's *Balanced Salt Solution (HBSS)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Strukturmikro Morfologi Permukaan

Pada Gambar 1 terlihat bahwa gelas yang dilakukan proses *quenching* tanpa dilakukan *heat treatment* mempunyai fasa *amorf* sehingga tidak bisa dijadikan sebagai biogelas aktif.



Gambar 1. Strukturmikro gelas tanpa *heat treatment* (200X)

Untuk mendapatkan fasa kristalin diperlukan perlakuan panas dengan cara memanaskan sampai meleleh dan didinginkan secara mendadak sehingga terbentuk orientasi pertumbuhan kristal yang menunjang terbentuknya keramik biogelas yang aktif. Fasa yang



○ *Elongated Grain*



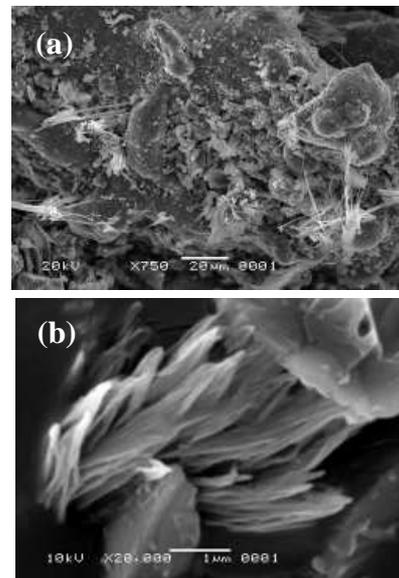
○ *Etringite*

Gambar 2. Strukturmikro keramik gelas BG-1: (a) 3000X dan (b) 20.000X

amorf inipun divalidasi dengan hasil *XRD* yang diperlihatkan pada Gambar 6.

Pada Gambar 2 terlihat pertumbuhan struktur *ettringite* dan *elongated grain* pada keramik biogelas BG-1 yaitu gelas yang telah mengalami *heat treatment* pada tahap pengintian dan pertumbuhan gelas. Bentuk partikel yang panjang diakibatkan oleh fraksi alkali (Na) yang terlalu banyak, sehingga menyebabkan lapisan zat terlarut semakin tebal dan perpindahan partikel gelas (saat proses pembakaran) akan semakin sulit dan juga membentuk ekspansi pada antarmuka planar.

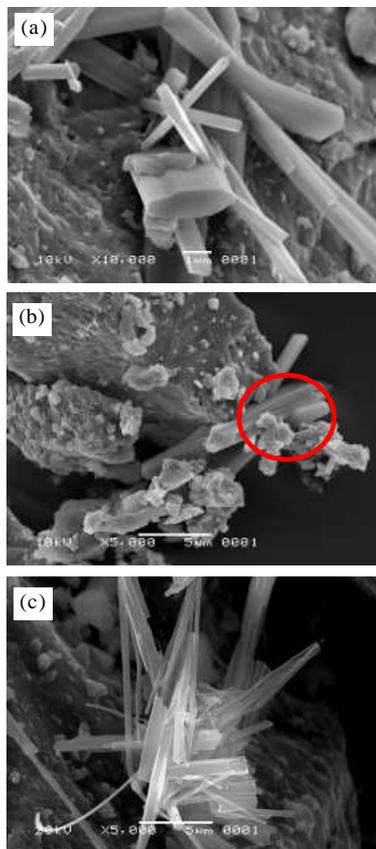
Gambar 3 memperlihatkan terjadi aglomerasi pada BG-2 setelah proses *heat treatment*. Hal ini terjadi karena dalam campuran komposisi pembuatan keramik biogelas ini tidak digunakan *dispersing agent* dan proses aglomerasi ini terjadi sejak pengeringan dilakukan dan terlihat juga sampel cukup. Semakin banyak porositas yang terbentuk setelah proses *sintering*, maka densitas produk *sinter* yang dicapai akan semakin menjauhi densitas teoritisnya. Porositas terbentuk saat proses *sintering* akibat difusi atom yang tidak seimbang, gas yang terperangkap pada atmosfer *sintering*, atau penyebaran fasa cair ketika meleleh pada saat *sintering*. Pengurangan porositas pada produk keramik biasanya dilakukan dengan melakukan pengontrolan dari parameter-parameter yang mempengaruhi proses pembentukan dan *sintering*. Memberikan perlakuan panas yang lebih tinggi pada produk *sinter* mendekati suhu *sintering*nya akan menghasilkan densitas yang lebih baik.



Gambar 3. Strukturmikro keramik gelas BG-2 (a). 750X dan (b). 20.000X

Selain itu pada sampel BG-2 terbentuk juga partikel yang memanjang (*ettringite*), hal ini dikarenakan fraksi alkali (Na) yang terlalu banyak dan juga akibat waktu peleburan yang lebih lama (melebihi 48 jam yaitu 58 jam). *Etringite* tersebut menjadi penghubung pertumbuhan antar *elongated grain* yang baik.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa kristal yang seakan-akan berbentuk heksagonal akan mengalami patah dan membentuk struktur kristal yang memanjang sebagai bentuk morfologi *hematite* $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ yang tidak stabil.

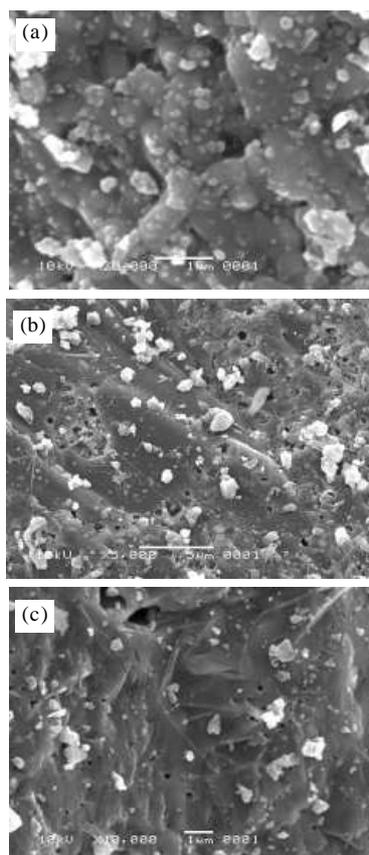


 **Elongated grain**

Gambar 4. Struktur mikro keramik gelas BG-3 :
(a) 10.000X, (b) dan (c) 5000X

Gelas yang sudah mengalami *heat treatment* langsung dikeluarkan dari tungku secara cepat sebagai proses pendinginan cepat (*quenching*) dan dengan pendinginan cepat ini mendorong terbentuknya fasa baru $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (*hematite iron oxide*) yang merupakan senyawa aktif dalam keramik biogelas.

Gambar 5 memperlihatkan struktur mikro dari sampel BG-1 setelah dilakukan perendaman di dalam larutan *SBF Ringer* selama 8 jam, dan menunjukkan kristal *fibrous* yang menampilkan orientasi *perpendicular* menuju permukaan luar. Dari gambar juga dapat dilihat bahwa *apatite* mulai mengintip dan tumbuh pada butir yang mengandung banyak serabut (*fibrous*) silika. Struktur mikro BG-2 dan BG-3 setelah perendaman di dalam *SBF Ringer* secara umum menunjukkan bahwa bentuk partikel keramik biogelas aktif adalah *spherical* menuju granular. Bentuk granular diduga merupakan hasil *ripening* pada saat nukleasi dimana partikel dengan ukuran yang lebih besar akan mengintegrasikan partikel yang lebih kecil yang berada disekitarnya. Aglomerasi terlihat terjadi pada beberapa bagian dengan porositas



Gambar 5. Struktur mikro keramik gelas setelah perendaman di dalam *SBF Ringer*
(a) BG-1 20.000X, (b) BG-2 5.000X,
(c) BG-3 10.000X

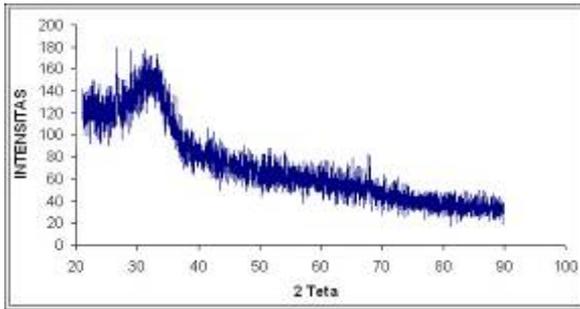
relatif banyak, sehingga dapat meningkatkan luas permukaan kontak dengan jaringan. Dengan permukaan kontak yang lebih luas tentunya akan meningkatkan ikatan antarmuka antara jaringan dengan biogelas dan hal ini mendorong pada peningkatan sifat kebioaktifannya.

Analisis XRD

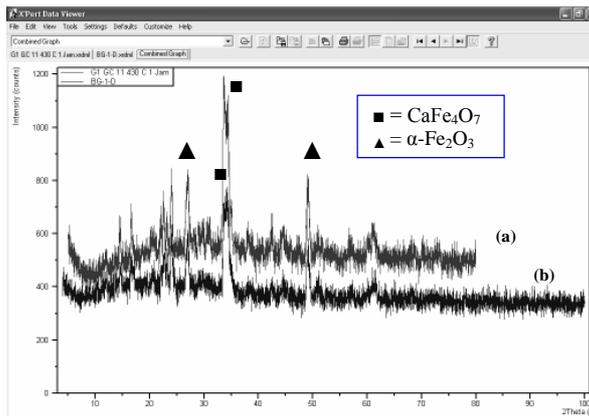
Untuk mengidentifikasi apakah senyawa yang terbentuk dari proses *heat treatment* adalah benar-benar *hematite iron oxide* ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), maka digunakan *software X-Powder ver 2004.04* dan *PcPDFwin* yang digunakan untuk menganalisis data XRD yang dihasilkan. Selanjutnya setiap puncak tersebut diidentifikasi dengan cara membandingkannya dengan standar PDF yang ada pada *pcpdfwin*. Gambar 6 memperlihatkan fasa sampel yang tidak mendapat perlakuan panas adalah *amorf*.

Gambar 7 memperlihatkan adanya penurunan intensitas yang terlihat pada kurva XRD antara keramik gelas sebelum dan setelah direndam selama 8 hari di dalam larutan *SBF*. Hal ini disebabkan terjadinya penurunan ion-ion penyusun larutan *SBF*, tetapi tidak terbentuk fasa baru. *Heat treatment* pada suhu 780 °C merupakan suhu pertumbuhan butirnya. Hal ini dilakukan

Preparasi dan Karakterisasi Kalsium Ferit dari Keramik Biogelas Menggunakan Simulated Body Fluid (SBF) Ringer untuk Aplikasi Identifikasi Sel Kanker (Bambang Sunendar)

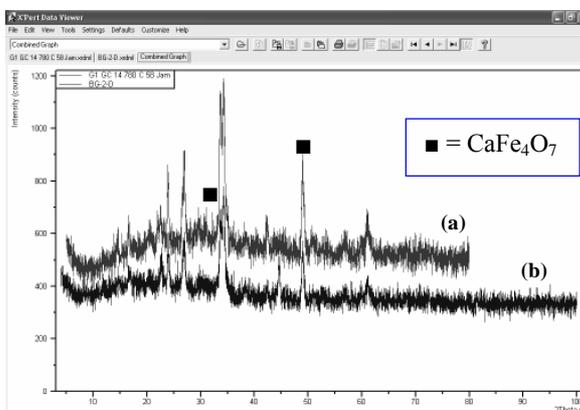


Gambar 6. Pola XRD untuk gelas tanpa perlakuan panas



Gambar 7. Keramik gelas BG-1: (a) sebelum direndam didalam larutan SBF (b) setelah direndam didalam larutan SBF

untuk melihat perubahan yang terjadi dari suhu pengintian ke suhu pertumbuhannya. Sampel BG-1 memperlihatkan puncak-puncak yang berupa fasa CaFe_4O_7 dan $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Tetapi saat waktu pertumbuhan meningkat dari 24 jam menuju 58 jam, seperti yang terlihat pada Gambar 8, sampel BG-2 hanya terbentuk fasa tunggal ferrite CaFe_4O_7 . Hal ini dimungkinkan meningkatnya waktu pertumbuhan, dimana $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ akan bereaksi dengan CaO di fasa matriksnya membentuk CaFe_4O_7 .

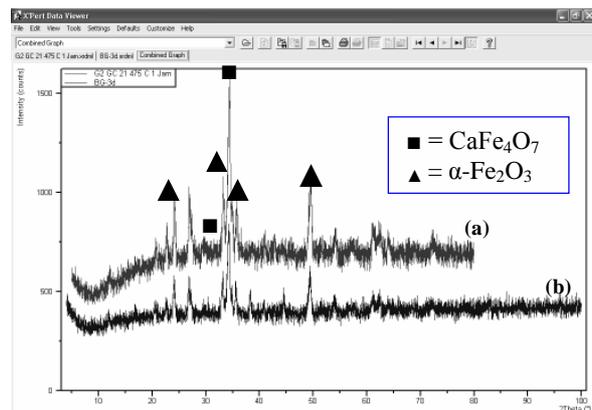


Gambar 8. Keramik gelas BG-2 (a) sebelum dan (b) setelah direndam di SBF

Fasa $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ relatif lebih banyak terbentuk pada saat suhu pengintian meningkat pada rentang $430\text{ }^\circ\text{C}$

hingga $730\text{ }^\circ\text{C}$. Hal ini memperlihatkan bahwa suhu $430\text{ }^\circ\text{C}$ adalah suhu awal terjadinya pengintian fasa Ca-ferrite , sedangkan suhu $730\text{ }^\circ\text{C}$ merepresentasikan suhu pengintian untuk fasa $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

Sampel BG-3 pada Gambar 9 menunjukkan terbentuknya fasa kristalin CaFe_4O_7 (kalsium ferit) maupun $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (hematite iron oxide). Pada proses perlakuan panas (heat treatment) Fe_2O_3 ternyata memasuki fasa kristalin dan hal ini mengindikasikan bahwa semakin mendekati fasa kristalisasi maka semakin berkurangnya fasa Fe_2O_3 dan mengakibatkan fasa gelas menjadi tidak stabil.



Gambar 9. Keramik gelas BG-3 (a) sebelum dan (b) setelah direndam di SBF

Pola XRD dari sampel yang dimasukkan ke dalam SBF Ringer menyatakan bentuk lapisan permukaan yang amorf di kasus BG-3 yang telah direndam di larutan SBF Ringer. Dengan kata lain ada bentuk lapisan permukaan kristalin dan ada kecenderungan dekomposisi dari kristalin ke amorf.

Modifikasi permukaan diobservasi terjadi hanya pada kasus dimana sejumlah fasa gelas diperlihatkan (seperti halnya pada BG-1 dan BG-2). Hasil ini sesuai hasil penelitian lain yang menunjukkan fasa gelas residu di keramik gelas bertanggung jawab pada modifikasi permukaan dan bentukan lapisan apatite [7]. Gelas BG-1 dan BG-2 yang menunjukkan weight loss yang bisa diabaikan menunjukkan tidak adanya modifikasi permukaan.

Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa adanya Al yang lepas dari krusibel alumina yang dipakai akan memperlambat bioaktivitas di lapisan yang kaya silika, yang akan memperlambat laju pembentukan lapisan apatite dan akhirnya menstabilkan gelas [6], oleh karena itu perlu pengontrolan keasaman untuk mencegah silikon terbentuk di atas lapisan yang kaya $\text{CaO-P}_2\text{O}_5$. Oleh sebab itu pada penelitian ini, hanya Si-rich atau lapisan amorf yang diobservasi tanpa pembentukan apatite.

Analisis Pengurangan Berat (Weight Loss)

Pengukuran berat sampel sebelum dan setelah direndam di larutan SBF dilakukan di

laboratorium Sekolah Farmasi dengan alat pengukur neraca analitik Toledo AG 104 (1).

Tabel 3. Data pengurangan berat (*weight loss*)

Sampel	Berat sebelum dilarutkan ke dalam TBS (g)	Berat setelah dilarutkan ke dalam TBS (g)	Pengurangan berat (%)
BG-1	5,0027	4,81	4,05
BG-2	5,0013	4,746	5,10
BG-3	5,0011	3,751	24,99

Pada sampel BG-3 pengurangan berat (*weight loss*) setelah direndam selama 8 hari dalam larutan *SBF* cukup signifikan, diduga α -Fe₂O₃ pada sampel BG-3 memiliki sifat hidrofilik yang lebih baik dibandingkan dengan kedua sampel lainnya. Sifat hidrofilik inilah yang diharapkan dari hasil perendaman sehingga konsentrasi partikel -Fe₂O₃ di larutan *SBF* menjadi meningkat dan partikel α -Fe₂O₃ yang tidak stabil ini lebih memungkinkan untuk menyelimuti sel kanker yang juga bersifat tidak stabil. Penggunaan *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* akan mempermudah pengambilan citra penyebaran sel kanker dan akan memberikam informasi penting dalam diagnosis dan terapinya.

Dari Gambar 9 memperlihatkan intensitas difraksi sinar-X dari gelas keramik setelah direndam di dalam larutan *SBF* dengan hasil yang lebih rendah dibandingkan sebelumnya, kemungkinan besar adanya *weight loss* yang cukup signifikan diakibatkan sebagian biogelas aktifnya yaitu α -Fe₂O₃ telah terlarut ke dalam *SBF*. Semakin tinggi konsentrasi yang terlarut, *weight loss*-nya makin tinggi. Sehingga konsentrasi α -Fe₂O₃ dalam larutan *SBF* cukup tinggi sangat menunjang pada pendeteksian sel kanker.

Perubahan pH

Pengukuran pH sangat penting dalam penelitian ini karena partikel keramik gelas yang hidrofilik harus cocok dan *compatible* dengan kondisi tubuh dalam hal ini pH larutan diatur mendekati pH darah manusia yang berkisar antara 7,35 hingga 7,45. pH awal dari larutan *SBF Ringer* yang digunakan pada penelitian ini adalah 7,4 yang diukur oleh pH meter Beckman 50.

Pada BG-3 dihasilkan pH yang cukup stabil dan masuk ke dalam kisaran pH larutan yang aman apabila di injeksikan ke dalam tubuh. Sedangkan untuk sampel BG-1 dan BG-2 tidak layak untuk dilakukan proses selanjutnya karena pH cukup tinggi dan ini tentunya sangat berbahaya pada tubuh.

Tabel 4. Data pH sebelum dan setelah direndam dalam larutan *SBF*.

SAMPEL	pH sebelum direndam di dalam larutan SBF	pH setelah direndam di dalam larutan SBF
BG-1	7,4	8,53
BG-2	7,4	8,54
BG-3	7,4	7,36

KESIMPULAN

Preparasi dan karakterisasi kalsium ferit dari keramik biogelas sebagai sumber α -Fe₂O₃ sebagai penelitian tahap awal sebelum diuji kompatibilitas telah berhasil dilakukan. Dari hasil penelitian untuk sampel BG-3 lebih baik kelarutannya di dalam *SBF* dibandingkan BG-1 dan BG-2, hal ini dapat disimpulkan setelah membandingkan dari hasil *XRD*, *SEM*, pH dan pengurangan berat α -Fe₂O₃ untuk ketiga sampel yang dibuat. Banyaknya Fe₂O₃ yang terlarut dalam larutan *SBF* sangat ditunjang oleh struktur *ettringite* nya dari unsur alkali karena struktur seperti ini sangat mudah larut karena sifat hidrofiliknya yang tinggi. Komposisi unsur keramik pada sampel biogelas BG-3 cukup menjajikan untuk diteliti lebih lanjut sampai pada tingkat *in-vitro*.

DAFTAR ACUAN

- WILLIAMS, D. F. *Definitions in Biomaterials. Proceedings of a Consensus Conference of the Society for Biomaterials*, 4 (1987). New York
- U. VIJAYALAKSHMI AND S. RAJESWARI, Preparation and Caharacterization of Microcrystalline Hydroxyapatite Using Sol Gel Method. *Trends Biomater. Artif. Organs*, 19(2) (2006)57-62
- JORDAN. A, The effect of thermotherapy using Magnetic Nano-particles on Rat Malignant Glioma, *J 25 Neuro. Oncol.*, (2006)
- BAMBANG SUNENDAR, WEKOABHINIM PUNO, Study of Calcium Phosphate Bioceramics Powders Synthesized via Biomimetic, 11th Field-Wise, *Seminar for Materials Engineering on Nanomaterials & Biomaterial and Composites for Engineering Application*, Vientiane, (2007)
- JAGADISH, B. R., PRABHU, N., BAHADUR, D., *Studies on Synthesis of Calcium Ferrite-Based Bio glass Ceramics*, Department of Metallurgical Engineering and Materials Science, Indian Institute of Technology, (1997)
- ANDERSON OH, LIU G, KARLSSON KH, NIEMI L N, MIETTINEN J and JUHANOJA J., *J. Mater. Sci.: Mater. Med.*, 1 (219) (1990)
- LI P, YANG Q, ZHANG F DAN KOKUBO T ., *J. Mater. Sci.: Mater. Med.*, 3(452) (1992)
- PARK, JOON B., JOSEPH D. BRONZINO. *Biomaterials, Principles and Applications*, CRC Press, (2002)
- REZWAN KUROSCHE, *Bioceramics, Lecture Materials*, Universitat Bremen, D-283549 Bremen, (2007)
- ASTM F 2129
- CULLITY, B.D., *Elements of X-Ray Diffraction*. Edisi II, Canada, Addison-Wesley, (1978)