

**PROSES PENGLASIRAN BATA TAHAN API MENGGUNAKAN  
MATERIAL BASAL DENGAN VARIASI SUHU DAN KOMPOSISI  
MATERIAL**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Fero Aldiansyah  
1717041066**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## **ABSTRAK**

### **PROSES PENGLASIRAN BATA TAHAN API MENGGUNAKAN MATERIAL BASAL DENGAN VARIASI SUHU DAN KOMPOSISI MATERIAL**

**Oleh**

**Fero Aldiansyah**

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui proses pengglasiran bata tahan api menggunakan material basal dengan variasi suhu dan komposisi material. Larutan glasir didapatkan dari basal yang dihaluskan menggunakan ayakan 200 *mesh* dan larutan damar yang terbuat dari campuran damar mata kucing dan tiner. Dalam penelitian ini menggunakan 12 sampel bata glasir dengan variasi komposisi dan suhu serta 1 sampel Bata Api tanpa perlakuan sebagai perbandingan. Variasi komposisi dan suhu yang digunakan meliputi komposisi A, B, C, dan D pada suhu 900°C, 1000°C dan 1100°C dengan metode pengglasiran menggunakan teknik kuas. Selanjutnya dilakukan uji densitas, uji porositas, karakterisasi XRF, XRD, dan SEM. Hasil sampel terbaik yang diperoleh dari penelitian ini yaitu sampel A3 dengan variasi suhu 1100°C dengan densitas 3,33 g/cm<sup>3</sup> dan porositas 0,24 %. Pada uji karakterisasi dilakukan perbandingan antara sampel A3 dengan sampel Bata Api. Berdasarkan karakterisasi XRF, bahan baku basal didominasi oleh senyawa SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Pada uji sampel glasir Bata Api dan A3 didominasi oleh senyawa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan SiO<sub>2</sub>. Berdasarkan hasil karakterisasi XRD dari kedua sampel dapat dilihat bahwa fasa yang muncul yaitu *mullite*, *quartz* dan *hematite-proto*. Berdasarkan hasil karakterisasi SEM dari kedua sampel terlihat butiran-butiran dari fasa mullite yang terbentuk, pada spektrum EDX terlihat bahwa unsur Al dan Si mendominasi setiap sampel uji karena bahan utama dari pembuatan glasir yaitu senyawa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan SiO<sub>2</sub>. Dengan demikian basal dapat digunakan sebagai material glasir

**Kata kunci:** glasir; Bata Api; basal; suhu; komposisi

## **ABSTRACT**

### ***PROCESS OF GLAZING REFRACTORY BRICKS USING BASALT MATERIAL WITH VARIATIONS IN TEMPERATURE AND MATERIAL COMPOSITION***

***By***

**Fero Aldiansyah**

*Research has been carried out to determine the process of glazing refractory bricks using basalt material with variations in temperature and material composition. The glaze solution was obtained from crushed basalt using a 200 mesh sieve and a resin solution made from a mixture of cat's eye resin and thinner. In this study, 12 samples of glazed bricks with variations in composition and temperature were used as well as 1 sample of untreated fire bricks for comparison. Variations in composition and temperature used include compositions A, B, C, and D at temperatures of 900°C, 1000°C and 1100°C with the glazing method using the brush technique. Then, the density test, porosity test, XRF, XRD, and SEM characterization were carried out. The best sample results obtained from this study were sample A3 with a temperature variation of 1100°C with a density of 3.33 g/cm<sup>3</sup> and a porosity of 0.24%. In the characterization test, a comparison was made between the A3 sample and the fire brick sample. Based on XRF characterization, the basal raw material is dominated by SiO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> compounds. In the glaze test, Brick and A3 were dominated by Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and SiO<sub>2</sub> compounds. Based on the XRD characterization results from the two samples, it can be seen that the phases that emerged were mullite, quartz and proto-hematite. Based on the results of the SEM characterization of the two samples, grains from the mullite phase were formed, on the EDX spectrum it was seen that the elements Al and Si dominated each test sample because the main ingredients of making the glaze were Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and SiO<sub>2</sub> compounds. Thus basalt can be used as a glaze material.*

***Keyword*** : glaze, refractory brick, basalt, temperature, composition

**PROSES PENGLASIRAN BATA TAHAN API MENGGUNAKAN  
MATERIAL BASAL DENGAN VARIASI SUHU DAN KOMPOSISI  
MATERIAL**

**Oleh**

**Fero Aldiansyah**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

Judul Laporan

: **PROSES PENGGLASIRAN BATA TAHAN  
API MENGGUNAKAN MATERIAL BASAL  
DENGAN VARIASI SUHU DAN KOMPOSISI  
MATERIAL**

Nama Mahasiswa

: **Fero Aldiansyah**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **1717041066**

Jurusan

: **Fisika**

Fakultas

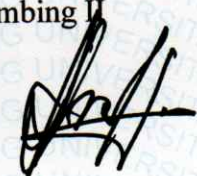
: **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



Pembimbing I

Pembimbing II

  
**Drs. Pulung Karo Karo, M.Si.**  
NIP. 196107231986031003

  
**Muhammad Amin, S.T.**  
NIP. 196906101999031004

2. **Ketua Jurusan Fisika**

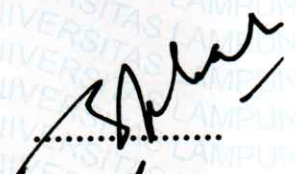


**Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.**  
NIP. 198010102005011002

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua : **Drs. Pulung Karo Karo, M.Si.**



Sekretaris : **Muhammad Amin, S.T.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Suprihatin, S.Si, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, M. T.**  
NIP. 197407052000031001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **04 Juli 2022**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam skripsi ini tidak terdapat karya orang lain dan tidak terdapat pendapat atau karya yang ditulis oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 04 Juli 2022

Penulis,



**Fero Aldiansyah**  
NPM. 1717041066

## RIWAYAT HIDUP



Fero Aldiansyah dilahirkan di Lampung Utara, Provinsi Lampung pada 10 Februari 2000, merupakan anak ketiga dari lima bersaudara pasangan Bapak (Alm) Zaini Hasyim dan Ibu Riske Achiriyah. Penulis menempuh pendidikan di SD Negeri 04 Tanjung Aman Lampung Utara tahun 2005-2011, SMP Negeri 10 Kotabumi Lampung Utara tahun 2011- 2014, dan melanjutkan ke SMA Negeri 01 Kotabumi Lampung Utara tahun 2014-2017. Tahun 2017, penulis melanjutkan jenjang pendidikan tinggi tepatnya di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung dan mengambil konsentrasi dalam bidang Material Fisika. Selama menjalani pendidikan tinggi tersebut, ia juga aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) sebagai pengurus di bidang Kesekretariatan (KRT) tahun 2018 , kemudian sebagai pengurus bidang Kesekretariatan (KRT) tahun 2019 dan menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) pada tahun 2021.

Penulis juga pernah menempuh Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Besar Logam dan Mesin (BBLM) Bandung, Jawa Barat dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mandiri Putra Daerah, di Kelurahan Kota Gapura Kotabumi Lampung Utara. Pengalaman menulis ilmiahnya yakni laporan PKL pada tahun 2020 tentang “Pengujian Paku Baja (SNI 0323:2014) Jenis Paku Umum Tipe A”.



## MOTTO

**Keberhasilan bukan milik orang pintar.  
Keberhasilan milik mereka yang terus berusaha  
(B.J. Habibie)**

**Sebaik-baik manusia adalah yang paling  
bermanfaat bagi manusia  
(HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni. Hadits  
ini dihasankan oleh al-Albani di dalam Shahihul  
Jami'no:3289).**

**Jalan awal terbaik untuk mewujudkan  
impian adalah bangun dan bangkit dari  
tempat tidur  
(Paul Valery)**

**You want to know who you are? Do not ask. Take  
action!**

## **PERSEMBAHAN**

**Dengan Penuh Rasa Syukur Kepada Allah Subhanahu wa ta'ala, karya ini dipersembahkan kepada:**

Kedua Orang tuaku

**Bapak (Alm) Zaini Hasyim & Ibu Riske Achiriyah**

Terima kasih atas segala Do'a, motivasi dan pengorbanan yang telah diberikan sehingga mampu menyelesaikan pendidikan di tingkat Universitas sebagai Sarjana.

**Keluarga Besar & Teman-teman**

Terimakasih atas segala dukungan yang telah diberikan sehingga dapat tetap bertahan dalam keadaan suka maupun duka

**Almamater Tercinta**

UNIVERSITAS LAMPUNG

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Proses Pengglasiran Bata Tahan Api Menggunakan Material Basal dengan Variasi Suhu dan Komposisi Material”**. Tujuan penulisan skripsi ini sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar S1 dan juga melatih mahasiswa untuk berpikir cerdas dalam penulisan karya ilmiah ini.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penelitian maupun penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, adanya kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan untuk memperbaiki kekurangan tersebut. Semoga skripsi ini dapat menambah wawasan literasi keilmuan serta rujukan untuk mengembangkan riset selanjutnya yang lebih baik.

Bandar Lampung, 04 Juli 2022

Penulis

Fero Aldiansyah

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas karunia yang telah dilimpahkan oleh Allah Subhanahu wa ta'ala sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Proses Pengglasiran Bata Tahan Api Menggunakan Material Basal dengan Variasi Suhu dan Komposisi Material”**. Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, diantaranya:

1. Bapak Drs. Pulung Karo Karo, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan ilmu, waktu, tenaga, dan motivasi dalam penelitian dan penulisan skripsi.
2. Bapak Muhammad Amin, S.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya dalam penulisan skripsi.
3. Ibu Suprihatin, S.Si, M.Si. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan masukan sehingga penulisan skripsi ini dapat lebih baik.
4. Ibu Dra. Dwi Asmi, M.Si, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingannya selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.

5. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
6. Para Dosen Jurusan Fisika atas segala ilmu yang telah diberikan selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
7. Para staff dan karyawan Jurusan Fisika yang telah membantu penulis memenuhi kebutuhan administrasi dan lainnya selama menjadi mahasiswa.
8. (Alm) Bapak dan Ibu serta keluarga besar yang tanpa kenal lelah bekerja keras, memberi semangat, dan motivasi penulis dalam menggapai segala impiannya.
9. PRTP-BRIN Tanjung Bintang dan seluruh staff yang bertugas yang telah memberikan kesempatan dan memfasilitasi penelitian ini (tugas akhir) sampai akhir.
10. Teman-teman yang sangat berhati baik diantaranya Tami, Iqbal, Feri, Iwang, Ican, Mario, Pando, Oca, Ega, Guntur, Mimi, Septi, dan Fadila. Terima kasih untuk segala bantuan kalian baik dari segi tempat, barang, kesan, saran, kehangatan dan kebersamaan dalam melancarkan penelitian dan skripsi ini.
11. Teman-teman dan keluarga besar Himafi yang telah memberikan semangat, solidaritas, kekeluargaan, dan pengalaman yang luar biasa.

Serta berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga Allah Subhanahu wa ta'ala dapat membalas seluruh kebaikan dan mempermudah segala urusannya.

Bandar Lampung, 04 Juli 2022

Penulis

Fero Aldiansyah

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN JUDUL. ....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>vii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>viii</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>x</b>
<b>SANWACANA .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	

2.1 Basal .....	8
2.2 Damar .....	9
2.3 Glasir .....	10
2.4 <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) .....	12
2.5 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	14
2.6 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	16
2.7 Uji Densitas dan Porositas .....	18

### **III. METODE PENELITIAN**

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.2 Alat dan Bahan .....	21
3.2.1 Alat .....	21
3.2.2 Bahan .....	21
3.3 Prosedur Penelitian .....	22
3.3.1 Preparasi Bahan .....	22
3.3.2 Preparasi Damar Sebagai Campuran Pelarut Bahan Glasir .....	22
3.3.3 Preparasi Larutan Glasir .....	22
3.3.4 Proses Pengglasiran dan Pengujian Sampel .....	23
3.3.5 Karakterisasi .....	23
3.4 Densitas dan Porositas .....	25
3.5 Diagram Alir Penelitian .....	26

### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.2 Hasil Analisis XRF .....	30
4.3 Hasil Analisis XRD .....	32
4.4 Hasil Analisis SEM .....	34

### **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran .....	40

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1.</b> Damar Mata Kucing .....	10
<b>Gambar 2.2.</b> Prinsip Kerja Alat XRF (Sumber: <a href="https://bit.ly/3kLi138">https://bit.ly/3kLi138</a> ) .....	13
<b>Gambar 2.3.</b> Skema difraksi Sinar-X oleh Kristal (Cullity, 1978).....	14
<b>Gambar 2.4.</b> Skematik SEM (Sumber: <a href="https://bit.ly/2J3JK1d">https://bit.ly/2J3JK1d</a> ) .....	18
<b>Gambar 3.1.</b> Diagram alir penelitian .....	26
<b>Gambar 4.1.</b> Hasil pengglasiran Bata Api dengan basal dan larutan damar .....	27
<b>Gambar 4.2.</b> Grafik hasil uji densitas glasir dan Bata Api .....	28
<b>Gambar 4.3.</b> Grafik hasil uji porositas glasir dan Bata Api.....	29
<b>Gambar 4.4.</b> Grafik data XRD Bata Api .....	33
<b>Gambar 4.5.</b> Grafik data XRD A3 .....	33
<b>Gambar 4.6.</b> Morfologi permukaan sampel (a) Bata Api dan (b) A3.....	35
<b>Gambar 4.7.</b> Hasil Karakterisasi SEM-EDX sampel (a) Bata Api dan (b) A3....	35
<b>Gambar 4.8.</b> Spektrum EDX sampel (a) Bata Api dan (b) A3 .....	36



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1.</b> Komposisi Kimia Batu Basal (Amin dkk., 2019) .....	8
<b>Tabel 2.2.</b> Komposisi kimia damar mata kucing .....	9
<b>Tabel 3.1.</b> Komposisi pembuatan bahan glasir.....	22
<b>Tabel 4.1.</b> Sampel Glasir .....	27
<b>Tabel 4.2.</b> Hasil analisis XRF bahan baku glasir basal .....	30
<b>Tabel 4.3.</b> Hasil analisis XRF bata tahan api sebelum dan sesudah pengglasiran .....	31
<b>Tabel 4.4.</b> Komposisi unsur sampel Bata Api .....	37
<b>Tabel 4.5.</b> Komposisi unsur sampel A3 .....	37

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Permintaan akan oven dengan refraktori berkualitas tinggi untuk mengurangi kehilangan panas pada proses suhu tinggi semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh sejumlah besar panas yang diperlukan pada proses pembakaran banyak terbuang. Sekitar 30%-40% panas terbuang melalui dinding pembakaran (Hloben, 2000). Umumnya desain lapisan dari sistem oven pengering terdiri dari 3 lapis. Lapisan luar dilapisi dengan plat *stainless steel* untuk mencegah rusaknya oven karena air hujan, sebab oven diletakkan diluar ruangan. Lapisan tengah terbuat dari kayu, sebagai sistem isolasi agar temperatur dalam ruang oven maupun temperatur dari luar oven tidak saling mempengaruhi. Lapisan dalam oven dilapisi plat seng *stainless steel* agar panas yang ada didalam oven terjaga diseluruh oven. Antara plat bagian dalam oven dan plat bagian luar dibuat tidak saling terhubung, agar isolasi antara bagian luar dan dalam selalu terjaga (Prasetyo, 2013). Namun, oven pengering dengan menggunakan plat saja lama kelamaan akan terjadi *heat losses* atau kehilangan panasnya. Maka dari itu dibutuhkan material keramik yang mampu menahan panas yaitu bata tahan api.

Bata tahan api adalah bata yang berfungsi sebagai peredam panas dan bisa meratakan panas dalam pengeringan dalam pengeringan. Bata tahan api juga akan memiliki konduktivitas termal yang rendah, efisiensi energi yang lebih

tinggi. Biasanya Bata Api ini digunakan dalam proses *refractory*. Penggunaan bata tahan api bertujuan untuk menyekat ruangan, sehingga panas didalam reaktor tidak keluar. Agar bata tahan api memiliki umur yang lebih panjang, maka dibuatlah glasir pada bata tersebut (Hamni, 2014).

Glasir dapat di definisikan sebagai kombinasi bahan keramik yang didesain untuk lebur dan melekat sebagai pelapis gelas pada bodi keramik yang dibakar. Bahan glasir menempati peringkat lebih tinggi dalam penelitian keramik dibandingkan penelitian untuk bodi keramik di industri besar teknologi gosir hampir dipakai dalam semua komoditas seperti ubin lantai dan dinding, keramik hias dan lain-lain (Kuncoro dkk., 2016).

Glasir merupakan material yang terdiri dari beberapa bahan tanah atau batuan silikat di mana bahan-bahan tersebut selama proses pembakaran akan melebur dan membentuk lapisan tipis seperti gelas yang melekat menjadi satu pada permukaan badan keramik (Putri dkk., 2017). Proses pengglasiran atau biasa disebut (*Glazing*) biasanya dilakukan dengan cara menggantung bahan glasir dengan air sampai benar-benar homogen, kemudian benda keramik yang akan diglasir dapat disemprot, dilapisi atau ditempa. Pada pembakaran, bahan baku ini akan bereaksi dan meleleh membentuk glasir. Benda keramik setelah dibakar, menjadi kusam dan keropos, dari sehingga banyak menyerap dan mengurangi keindahannya. Untuk alasan ini, lapisan glasir diterapkan pada permukaan benda keramik, dalam tujuan penampilan, untuk meningkatkan kekuatan dan mengeraskan permukaan, menutupi pori-pori permukaan dan untuk memudahkan pembersihan.

Saat ini dalam industri perdagangan sudah banyak dijumpai campuran glasir yang sudah jadi dan disiapkan untuk digunakan sesuai dengan suhu kematangan

glasirnya, hal ini tentu akan sangat membantu untuk kelancaran suatu proses produksi benda keramik. Bahan-bahan yang digunakan untuk menyusun suatu campuran atau larutan glasir beragam jenis dan fungsinya, untuk itu perlu ketelitian dan kecermatan yang tinggi untuk memilih bahan berdasarkan formula atau resep yang ada. Pada umumnya glasir tersebut berupa glasir transparan dan penutup opaak dengan berbagai suhu bakar yang berbeda. Adapun bahan yang umum digunakan untuk menyusun suatu campuran atau larutan glasir, diantaranya yaitu Silika ( $\text{SiO}_2$ ), Feldspar, Basal, Whiting/kapur/calcium oxide ( $\text{CaO}$ ), Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Zinc oxide ( $\text{ZnO}$ ), Dolomite ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), Magnesium carbonate atau magnesit ( $\text{MgCO}_3$ ), Colemanite atau gerstley borate atau calcium borate ( $2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), Kaolin atau china clay ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) Rutile atau titanium oxide ( $\text{TiO}_2$ ), Tin oxide atau stannic oxide ( $\text{SnO}_2$ ), Talk ( $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) (Wahyu, 2008).

Batuan basal adalah batuan beku vulkanik, yang berasal dari pembekuan magma berkomposisi basa pada atau di dekat permukaan bumi. Biasanya membentuk lempeng samudera dunia. Memiliki ukuran partikel yang sangat baik sehingga kandungan mineralnya tidak terlihat. Batuan Basalt biasanya bersifat masif dan keras, bertekstur afanitik, terdiri atas mineral gelas vulkanik, plagioklas, piroksin, amfibol dan mineral hitam. Kandungan mineral vulkanik ini dapat diamati pada jenis batuan basal berukuran butir kuarsa. Berat jenis batuan basalt adalah  $2,70 \text{ g/cm}^3$  (Riyadi dkk., 2005). Berdasarkan komposisi kimianya, basal dibagi menjadi dua jenis, yaitu basal dan basal tholeitic. Perbedaan kedua jenis basal dapat dilihat dari kandungan  $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{K}_2\text{O}$ . Untuk konsentrasi  $\text{SiO}_2$  yang sama,

basalt alkali memiliki kandungan  $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{K}_2\text{O}$  yang lebih tinggi dari pada basal tholeitik.

Telah dilakukan penelitian sebelumnya menggunakan bahan baku silika, alumina dan fluks sebagai campuran bahan glasir untuk keramik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyusutan kering rata-rata dengan suhu  $850^\circ\text{C}$  dan  $1100^\circ\text{C}$  yang terjadi pada proses pengeringan spesimen uji sebesar 1.39% (Linanda, 2018). Dari penelitian pengglasiran genteng menggunakan material serbuk kaca ( $\text{TiO}_2$ ) sebagai bahan baku campuran glasir. Hasil penelitian menunjukkan pembakaran ganda menggunakan suhu  $900^\circ\text{C}$  nilai uji perembesan air terkecil terjadi pada penambahan  $\text{TiO}_2$  sebanyak 0,12% dan meningkat pada penambahan 0,16% dan kemudian menurun pada penambahan  $\text{TiO}_2 > 16\%$  (Selvianingum dkk., 2013). Adapun penelitian menggunakan campuran dari natrium dan kalium feldspar, zirkon, tanah liat,  $\text{ZnO}$ , *talca*, korundum, wollastonite dan mineral colemanite sebagai bahan glasir. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan nilai daya serap air dari pengglasiran sampel ubin lantai berkisar antara 2,8%-2,9% (Yamik dkk., 2001). Selanjutnya ada penelitian yang dilakukan oleh penambahan  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  dan  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  dalam pewarna glasir, menghasilkan nilai dari modulus patah bahan semakin besar dan daya serap bahan semakin kecil (Aini dkk., 2018). Penelitian mengenai glasir dengan memanfaatkan lumpur Sidoarjo sebagai bahan mentah glasir *stoneware*. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah lumpur Sidoarjo dalam glasir maka warna glasir akan semakin coklat dan jumlah kandungan pelebur dalam glasir (feldspar dan kapur) mempengaruhi penampilan (kilap) glasir tersebut (Supriyadi dkk., 2012). Penelitian lainnya dilakukan terhadap getah damar untuk pembuatan pernis

memberikan ide untuk kelengkapan pada paduan polimer alam dengan silika sehingga sifat rapuh dan tidak stabil dapat distabilkan. Dari penelitian tersebut getah damar dan silika dapat melindungi kayu dari pelapukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pernis dari bahan baku damar yang berkualitas rendah dengan formula campuran 65% larutan damar, 25% *alkyd* sintetis, 8,8% minyak tanah, 0,3% *cobalt* kering, dan 0,9% *calcium* kering menghasilkan kualitas pernis yang baik (Edriana dkk, 2004).

Untuk penelitian pada tugas akhir ini pengglasiran dilakukan pada bata tahan api menggunakan bahan baku basal sebagai bahan utama pembuatan glasir. Larutan damar + tiner dipakai sebagai perekat. Pembakaran yang dilakukan pada suhu 900°C, 1000°C dan 1100°C dengan waktu pembakaran selama 2 jam. Pada penelitian ini dilakukan uji densitas dan uji porositas dengan waktu perendaman 24 jam. Untuk mengetahui karakteristik unsur dan struktur fase dalam penelitian ini menggunakan analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF) dan *X-Ray Diffraction* (XRD) serta *Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX) untuk mengetahui struktur mikro dari lapisan glasir.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh komposisi material glasir terhadap hasil glasir bata tahan api?
2. Bagaimana pengaruh suhu pemanasan pada proses glasir pelapisan bata tahan api?
3. Bagaimana densitas dan porositas dari hasil pengglasiran bata tahan api?

4. Bagaimana karakterisasi XRF, XRD dan SEM pada bahan baku glasir dan hasil pengglasiran bata tahan api?
5. Bagaimana basal sebagai material glasir?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh komposisi material glasir terhadap hasil glasir bata tahan api.
2. Mengetahui pengaruh suhu pemanasan pada proses glasir pelapisan pada bata tahan api.
3. Mengetahui densitas dan porositas dari hasil pengglasiran pada bata tahan api.
4. Mengetahui karakterisasi XRF, XRD dan SEM pada bahan baku glasir dan hasil pengglasiran bata tahan api.
5. Mengetahui basal sebagai material glasir.

### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku yang digunakan yaitu basal dan getah damar.
2. Basal yang digunakan ukuran partikel lolos 200 *mesh*.
3. Variasi komposisi yang digunakan terbagi menjadi 4 yaitu A, B, C dan D.

Keterangan:

- A = basal 100 g : larutan damar 100 ml
- B = basal 80 g : larutan damar 100 ml,
- C = basal 60 g : larutan damar 100 ml

- D = basal 40 g : larutan damar 100 ml.
4. Pengglasiran dilakukan dengan teknik kuas.
  5. Variasi suhu pembakaran yang digunakan sebesar 900°C, 1000°C dan 1100°C.
  6. Pengujian densitas, porositas dan karakterisasi yang meliputi XRF, XRD dan SEM.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan mineral basal yang melimpah agar lebih ekonomis.
2. Mendapatkan informasi mengenai proses pengglasiran menggunakan teknik kuas.
3. Dapat digunakan referensi bagi penelitian selanjutnya.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Basal

Basal berasal dari magma vulkanik cair yang berada di kulit bumi yang dipadatkan di udara terbuka (Kumbhar, 2014). Basal merupakan istilah dari batuan vulkanik berwarna abu-abu atau hitam (Yilmaz dkk, 2005). Basal memiliki kekerasan yang baik dan memiliki sifat termal, sehingga basal banyak digunakan sebagai rekayasa konstruksi, industri dan jalan raya dalam bentuk batu hancur. Digunakan sebagai pelapis, ubin dan sebagai bahan lapisan untuk mengangkut cairan panas (Saravanan, 2006). Basal juga memiliki harga yang cukup rendah dibandingkan dengan tungsten karbida dan lebih rendah dari paduan (Antonov dkk., 2012). **Tabel 2.1** menunjukkan hasil analisis kimia batuan basal.

**Tabel 2.1.** Komposisi Kimia Batu Basal (Amin dkk., 2019).

Komposisi Kimia	Komposisi (%wt)
SiO <sub>2</sub>	37,76-59,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,77-14,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,1-20,93
CaO	5,57-14,75
MgO	5,37-9,15
K <sub>2</sub> O	1,7-6,69
Na <sub>2</sub> O	1,4-3,34
TiO <sub>2</sub>	1,81-3,73

Basal memiliki persentase silika relative tinggi, sedangkan persentase aluminium oksida dan besi relatif rendah dan magnesium serta kandungan yang lain cukup rendah (Singha, 2012).

## 2.2 Damar

Damar mata kucing adalah satu jenis damar yang langka di dunia dan satu-satunya di Indonesia. Damar mata kucing dihasilkan dari pohon *S. javanica* dengan mutu yang sangat tinggi. Menurut Hadjib dan Abdurachman (2005) Provinsi Lampung merupakan salah satu daerah penghasil resin damar yang cukup besar, dengan luas hutan Shorea penghasil damar sekitar 17.500 ha. Dari luasan tersebut, 7.500 ha diantaranya merupakan hutan rakyat yang dikelola dengan berbagai sistem budidaya dan usaha tani (Sudarmalik dkk.,2006).

Damar mata kucing memiliki bentuk bongkahan yang tidak beraturan, bersifat rapuh, mudah melekat pada tangan, dan berwarna kuning bening. Selain itu damar mata kucing juga bersifat sebagai isolator dan tidak tahan panas serta mudah terbakar tetapi tidak bersifat *volatil* bila tidak terdekomposisi. Warnanya mudah berubah jika disimpan dalam waktu yang lama (Namiroh, 1998 dan Setianingsih, 1992). Komposisi kimia damar mata kucing ditunjukkan pada **Tabel 2.2**.

**Tabel 2.2.** Komposisi kimia damar mata kucing.

<b>Bahan</b>	<b>Jumlah (%)</b>
Asam damarolat	23,0
Senyawa $\alpha$ -damarresen	40,0
Senyawa $\beta$ -damarresen	22,5
Abu	3,5
Air	2,5
Minyak astiri	0,5
Kotoran	8,0

Damar mata kucing banyak dimanfaatkan sebagai bahan untuk menyalakan obor, bahan membuat batik, bagian sambungan kapal, sebagai bahan baku untuk perekat, cat, lilin, dan bahan pengisi kertas. Getah damar mata kucing ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1.** Damar mata kucing

Menurut Larasati (2007) damar mata kucing banyak digunakan sebagai bahan mentah dalam industri-industri campuran karet, lak, pernis, plastik, macam-macam kulitkorek api, bahan isolator, obat-obatan dan industri bahan peledak. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa resin damar berpotensi digunakan sebagai anti rayap dan anti jamur (Setiawati dkk., 2001), bahan penguruh dan pemberat (Mulyono, 2009), minyak atsiri (Wiyono, 2000) dan Pernis (Edriana *et al.*, 2004).

### **2.3 Glasir**

Glasir ialah lapisan yang diberikan pada keramik sebelum dilakukannya proses pembakaran. Glasir merupakan cairan suspensi yang mempunyai butiran mineral sangat kecil yang diterapkan dengan teknik penuangan, teknik pengkuasan, teknik pencelupan atau juga dengan teknik penyemprotan pada permukaan keramik dan setelah kering dibakar kembali pada temperatur dimana kandungan didalamnya

akan meleleh bersama-sama membentuk lapisan kaca pada permukaan yang dilapisi (Nelson, 1986). Glasir juga merupakan material yang terdiri dari beberapa bahan tanah atau batuan silikat yang mana bahan-bahan tersebut selama proses pembakaran akan melebur dan membentuk lapisan tipis seperti gelas yang melekat menjadi satu pada permukaan badan keramik (Kavanová dkk., 2017). Fungsi glasir diantaranya tahan terhadap reaksi kimia dan memiliki nilai estetika yang baik. Keramik yang dilapisi glasir menjadi produk yang memiliki kekuatan dan kekerasan tinggi, tahan terhadap jenis korosi, serta memiliki porositas yang rendah, dan kedap air. Dalam pembuatan bahan glasir terdapat tiga bahan utama yang digunakan, diantaranya yaitu:

#### 1. Silika

Silika adalah salah satu bahan utama dalam pembuatan glasir karena silika berfungsi sebagai unsur pengglas yang akan membentuk lapisan gelas dalam keadaan cair dan dapat membeku. Silika murni memiliki bentuk yang menyerupai kristal, yang dapat menjadi faktor estetika dalam penggunaan glasir.

#### 2. Alumina

Alumina juga ialah salah satu bahan utama dalam pembuatan glasir yang berfungsi sebagai bahan penguat dalam glasir. Selain menjadi bahan penguat dalam keramik, alumina juga berfungsi membuat lapisan glasir menjadi kental, membuat glasir menjadi kuat dan keras, meningkatkan daya tahan, kekerasan, dan kilap serta mengurangi pemuatan glasir.

#### 3. Fluks

Fluks adalah bahan utama yang digunakan selain silika dan alumina. Fluks dalam lapisan glasir ini berfungsi sebagai bahan peleleh yang digunakan untuk

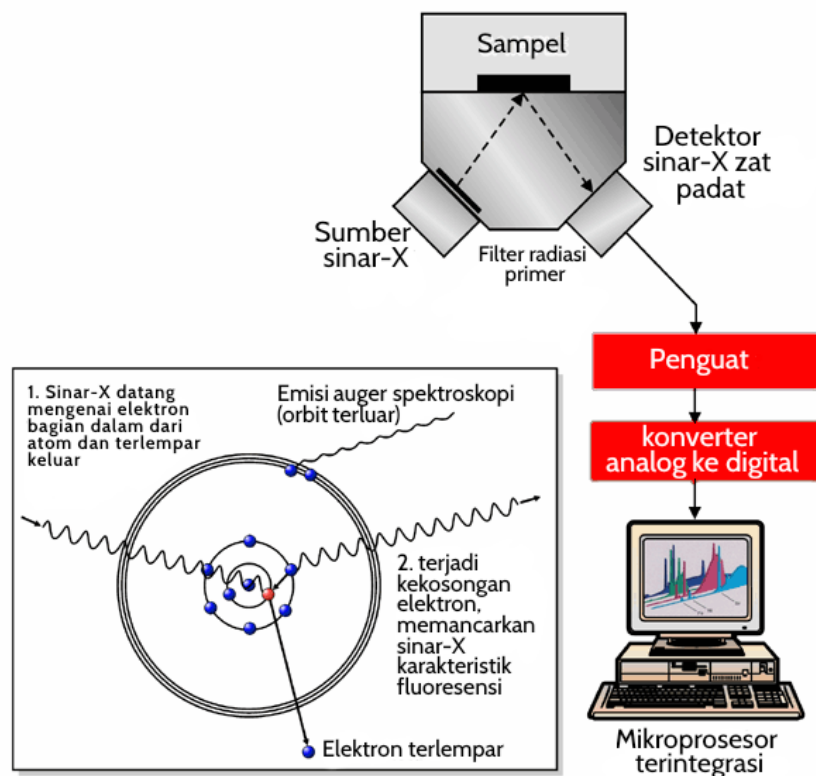
menurunkan suhu lebur bahan glasir tersebut. Selain itu, fluks juga berfungsi untuk membantu melekatnya glasir pada badan keramik yang telah dibakar.

Keuntungan menggunakan lapisan glasir pada keramik antara lain yaitu menambah nilai estetika dengan warna dan kehalusan permukaannya, menutup badan (pori-pori) keramik sehingga tidak tertembus oleh gas ataupun cairan, menambah dan meningkatkan kekuatan mekanis dari keramik. Melindungi badan keramik dari kerusakan secara mekanis seperti penggarukan oleh makanan dari asam cuka ataupun lingkungan, menambah ketahanan keramik dari bahan kimia yang bersifat asam ataupun basa, menutupi cacat dari keramik, permukaan keramik mudah dibersihkan, membuat badan keramik tidak mudah ditembus dan melindungi keramik dari masuknya embun yang dapat merusak badan keramik (Supriyadi dkk., 2012).

#### **2.4 X-Ray Fluorescence (XRF)**

XRF adalah metode analitik untuk menentukan komposisi kimia dari semua jenis bahan. Bahan dapat berupa padat, cair, bubuk, disaring atau bentuk lainnya. Metode ini cepat, akurat dan tidak merusak, dan biasanya hanya memerlukan sedikit persiapan sampel (Brouwer, 2003).

Dalam XRF, Sinar-X yang dihasilkan oleh sumber menyinari sampel. Dalam kebanyakan kasus, sumbernya adalah tabung Sinar-X tetapi bisa juga berupa sinkrotron atau bahan radioaktif. Elemen-elemen yang ada dalam sampel akan memancarkan radiasi Sinar-X *fluoresens* dengan energi diskrit atau setara dengan warna dalam cahaya optik yang merupakan karakteristik untuk elemen-elemen ini (Brouwer, 2003). Prinsip kerja alat XRF ditampilkan pada **Gambar 2.2**.

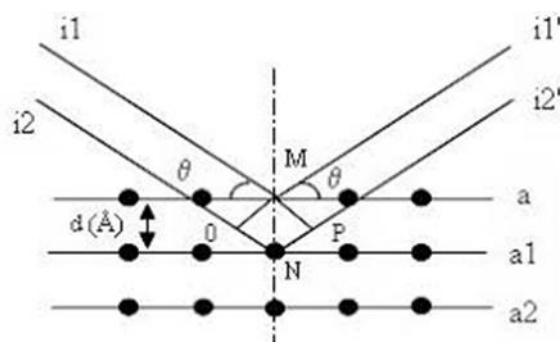


**Gambar 2.2.** Prinsip kerja alat XRF (Sumber:<https://bit.ly/3kLi138>).

Prinsip kerja XRF yakni apabila terjadi eksitasi Sinar-X primer yang berasal dari tabung X-ray atau sumber radioaktif mengenai sampel, Sinar-X dapat dihamburkan oleh material. Radiasi emisi dari sampel yang terkena Sinar-X akan langsung ditangkap oleh detektor (Gieken dan Markowicz, 2002). Detektor menangkap foton-foton tersebut dan dikonversikan menjadi impuls elektrik. Impuls kemudian akan diproses dengan sinyal PC. Kemudian akan diteruskan ke spektrometri Sinar-X. Spektrometri XRF memanfaatkan Sinar-X yang dipancarkan oleh bahan yang selanjutnya ditangkap detektor untuk dianalisis kandungan unsur dalam bahan (Munasir dkk., 2012).

## 2.5 X-Ray Diffraction (XRD)

Difraksi Sinar-X merupakan contoh metode analisa yang digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan suatu senyawa dengan mengamati pola pembiasan cahaya sebagai akibat dari berkas cahaya yang di biaskan oleh material yang memiliki susunan atom pada kisi kristalnya (Setiabudi, 2012). Secara sederhana, prinsip kerja dari XRD dapat dijelaskan bahwa setiap senyawa terdiri dari susunan atom-atom yang membentuk bidang tertentu. Jika sebuah bidang memiliki bentuk yang tertentu, maka partikel cahaya (foton) yang datang dengan sudut tertentu hanya akan menghasilkan pola pantulan maupun pembiasan yang khas. Dengan kata lain, tidak mungkin foton yang datang dengan sudut tertentu pada sebuah bidang dengan bentuk tertentu akan menghasilkan pola pantulan ataupun pembiasan yang bermacam-macam. Sebagai gambaran, bayangan sebuah objek akan membentuk pola yang sama seandainya cahaya berasal dari sudut datang yang sama. Kekhasan pola difraksi yang tercipta inilah yang dijadikan landasan dalam analisa kualitatif untuk membedakan suatu senyawa dengan senyawa yang lain menggunakan instrumen XRD (Wolff, 2006). Skema difraksi Sinar-X oleh bahan kristal ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.



**Gambar 2.3.** Skema difraksi Sinar-X oleh Kristal (Cullity, 1978).

**Gambar 2.3** dapat dideskripsikan bahwa atom-atom yang tersusun searah dan rapi dianggap membentuk satu bidang cermin, sehingga jika ada sinar datang ke bidang itu akan dibelokkan sesuai dengan prinsip optik (Manurung, 2019). Apabila Sinar-X mengenai suatu material maka intensitas Sinar-X yang ditransmisikan akan lebih kecil dari intensitas sinar datang. Hal ini dikarenakan adanya penyerapan oleh material dan juga penghamburan oleh atom-atom dalam material tersebut. Berkas sinar yang dihantarkan tersebut akan saling menguatkan ketika fasanya sama dan saling menghilangkan ketika fasanya berbeda. Berkas sinar yang saling menguatkan disebut sebagai berkas difraksi (Sumantry, 2013).

Sistem difraktometer Sinar-X didasari pada hukum Bragg yang terdiri dari pola, intensitas dan sudut difraksi ( $2\theta$ ) yang berbeda-beda dalam setiap material. Hasil difraksi berupa puncak-puncak, terjadi akibat interaksi Sinar-X dengan atom-atom pada bidang kristal (Cullity, 1978). Persamaan Hukum Bragg mengenai proses difraksi yang terjadi sebagai hasil interaksi antara Sinar-X yang dipantulkan oleh material ditunjukkan sebagai berikut:

$$n\lambda = QP + PR \quad (2.1)$$

$$\sin\theta = \frac{QP}{OP} = \frac{QP}{d} \quad (2.2)$$

Dari gambar dapat dilihat bahwa  $QP = PR$ , maka persamaan (2.2) menjadi

$$n\lambda = QP + PR$$

$$n\lambda = 2QP \quad (2.4)$$

Kemudian persamaan (2.4) disubstitusikan ke persamaan (2.3)

$$d \sin\theta = QP$$



$$d \sin\theta = \frac{1}{2}n\lambda$$

$$2d \sin\theta = n\lambda$$

Dengan  $n$  sebagai orde difraksi (0,1,2,3,...)  $\lambda$  sebagai panjang gelombang Sinar-X ( $\text{\AA}$ ),  $d$  sebagai jarak antar bidang ( $\text{\AA}$ ) dan  $\theta$  sebagai sudut difraksi (Setiabudi dkk., 2012; Manurung, 2019).

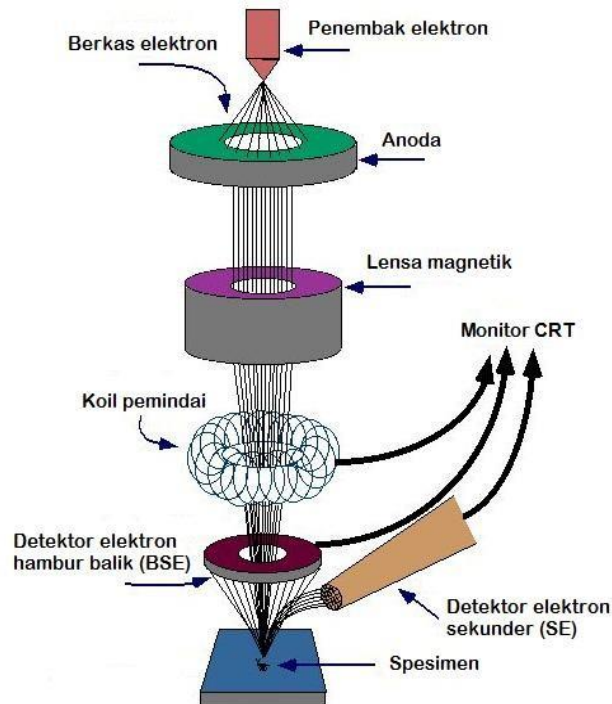
## 2.6 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Mikroskop pemindai elektron digunakan dalam situasi yang membutuhkan pengamatan permukaan kasar dengan perbesaran berkisar antara 20-500.000 kali. Sebelum melalui lensa elektromagnetik terakhir *scanning* raster mendefleksikan berkas elektron untuk men-scan permukaan sampel. Hasil *scan* ini tersinkronisasi dengan tabung sinar katoda dan gambar sampel akan tampak pada area yang di-*scan*. Tingkat kontras yang tampak pada tabung sinar katoda timbul karena hasil refleksi yang berbeda-beda dari sampel (Anggaeni, 2008).

SEM adalah jenis mikroskop elektron yang mencitrakan permukaan sampel oleh pemindaian dengan pancaran tinggi elektron. Elektron ini memberikan informasi topografi, morfologi, komposisi, orientasi butir dan informasi kristalogafi dari suatu bahan. Morfologi menunjukkan bentuk dan ukurannya, sementara topografi menunjukkan fitur permukaan dari suatu objek, teksturnya, kehalusannya atau kekasarannya. Demikian juga, komposisi berarti unsur dan senyawa yang membentuk bahan sedangkan kristalogafi berarti susunan atom dalam sampel (Goldstein dkk., 1992).

Dua elektron yang digunakan untuk pembuatan gambar sampel adalah elektron sekunder (SE) dan hambur balik (BSE). Elektron sekunder dianggap sebagai elektron untuk menunjukkan morfologi sampel dan topografi, sedangkan elektron hambur balik digunakan untuk menunjukkan kontras dalam komposisi sampel (Bondeson, 2007).

Prinsip kerja SEM adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas elektron yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan materi yang disinari atau terkena berkas elektron yang memantulkan kembali berkas elektron atau dinamakan berkas elektron sekunder ke segala arah. Dari semua berkas elektron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. detektor yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi berkas elektron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis. Selain itu juga dapat menentukan lokasi berkas elektron yang berintensitas tertinggi itu. Penembak elektron menghasilkan berkas elektron dari filamen. Pada umumnya penembak elektron yang digunakan adalah tungsten hairpin dengan filamen berupa lilitan tungsten yang berfungsi sebagai katoda. Tegangan yang diberikan pada lilitan mengakibatkan terjadinya pemanasan. Anoda kemudian membentuk gaya yang dapat menarik elektron melaju menuju ke anoda. Lensa magnetik memfokuskan elektron menuju suatu titik pada permukaan sampel. Sinar elektron yang terfokus akan dipindai pada keseluruhan sampel dengan diarahkan ke koil pemindai. Ketika elektron mengenai sampel, maka akan terjadi hamburan elektron baik SE atau BSE dari permukaan sampel dan akan dideteksi oleh detektor dan dimunculkan dalam bentuk gambar pada monitor CRT. **Gambar 2.5** menampilkan SEM secara skematik.



**Gambar 2.4.** Skematik SEM (Sumber: <https://bit.ly/2J3JK1d>)

SE berfungsi untuk menangkap informasi mengenai topografi dan BSE berfungsi untuk menangkap informasi mengenai nomor atom dan topografi. Gambar yang dihasilkan dari SEM dibuat berdasarkan deteksi SE atau BSE yang muncul dari permukaan sampel ketika permukaan sampel tersebut dipindai dengan elektron. Elektron-elektron yang terdeteksi selanjutnya diperkuat sinyalnya, kemudian besar amplitudonya ditampilkan dalam gradasi gelap-terang pada monitor CRT. Pada layar CRT gambar struktur objek yang sudah diperbesar dapat dilihat.

## 2.7 Uji Densitas dan Porositas

Uji densitas merupakan uji sifat fisis yang menggambarkan kerapatan ikatan material-material penyusun batuan. Tingkat densitas batuan dipengaruhi oleh jenis dan jumlah mineral serta persentasenya, porositas batuan, dan fluida pengisi rongga. Densitas batuan meliputi densitas asli (*natural density*) yaitu densitas

batuan dalam keadaan aslinya, densitas kering (*dry density*) yaitu densitas batuan dalam keadaan susut setelah batuan dipanaskan, dan densitas jenuh (*saturated density*) yaitu densitas batuan dalam keadaan jenuh setelah batuan dijenuhkan dalam suatu fluida (Ridha, 2016).

Pengukuran densitas menggunakan standart ASTM C 373-88. Untuk mengukur densitas:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.5)$$

Keterangan:

$\rho$  : Massa jenis air (g/cm<sup>3</sup>),

$m$  : Massa benda (g)

$V$  : Volume (cm<sup>3</sup>)

Porositas dapat didefinisikan sebagai perbandingan volume pori-pori (volume yang ditempati oleh fluida) terhadap volume total suatu material (Sutapa, 2011). Porositas merupakan salah satu karakteristik fisis yang diperlukan terutama untuk mengkararakteristik fisis yang diperlukan terutama untuk mengkarakterisasi bahan padatan hasil proses maupun yang akan diproses kembali. Porositas bergantung pada jenis bahan, ukuran bahan, distribusi pori, sementasi, riwayat diagenetik dan komposisinya. Sifat porositas bahan saling mempengaruhi dan dipengaruhi oleh besaran fisis yang lain maupun sifat termalnya, misalnya bahan yang poros akan mempunyai nilai kerapatan yang rendah, luas permukaan yang lebih besar, konduktivitas panas yang rendah. Secara umum porositas digambarkan sebagai perbandingan antara volume pori dan volume teoritis. Volume teoritis ditentukan dari berat dan rapat teoritisnya. Porositas muncul karena adanya pori yang terbuka, tertutup maupun ruang antar partikel. Pori terbuka adalah pori yang

berhubungan dengan cairan disekitarnya atau pori yang saling berhubungan termasuk didalamnya ada kapiler, retakan retakan halus serta ketidakrataan (Pertiwi dkk., 2015).

Penyerapan air merupakan pengukuran secara tidak langsung dari porositas terbuka badan keramik dan dihitung dengan rasio antara massa sisa air di pori-pori dengan massa produk kering. Penyerapan air berhubungan langsung dengan sisa porositas terbuka dan oleh karena itu berhubungan juga dengan mikrostruktur keramik (Vieira dkk., 2017). Pengukuran porositas menggunakan ASTM C 373-88. Untuk mengukur porositas:

$$P(\%) = \frac{mb - mk}{Vb} \times \frac{1}{\rho_{air}} \times 100\% \quad (2.6)$$

Keterangan :

$mb$  : Massa basah sampel (g)

$mk$  : Massa kering sampel (g)

$\rho_{air}$  : Massa jenis air ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$Vb$  : Volume benda ( $\text{cm}^3$ )

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian tugas akhir ini dilakukan dari bulan Februari sampai dengan Maret 2022 di Laboratorium Non Logam dan Laboratorium Analisa Kimia Balai Penelitian Teknologi Mineral (BPTM) Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Jl. Ir. Sutami, Tanjung Bintang, Lampung Selatan, 35361 Telp. (0721) 350054.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

##### **3.2.1 Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: gelas laboratorium, timbangan, kuas, wadah, gelas ukur, gelas beaker, ball mill, ayakan 200 *mesh*, ayakan 325 *mesh*, *muffle furnace*, XRF, XRD dan SEM.

##### **3.2.2 Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: basal, getah damar kucing, tinner dan bata tahan api.

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Preparasi Bahan

Mineral basal di giling menggunakan *ball mill* selama 5 jam hingga halus, kemudian masing-masing bahan di ayak menggunakan ayakan 200 *mesh*. Kemudian pisahkan menjadi 4 komposisi yaitu 100 g, 80 g, 60 g dan 40 g.

#### 3.3.2 Preparasi Damar Sebagai Campuran Pelarut Bahan Glasir

Getah damar yang digunakan pada penelitian ini adalah getah damar mata kucing. Preparasi getah damar dimulai dengan menghaluskan getah damar menggunakan *mortar* hingga halus, yang bertujuan untuk memudahkan dalam melarutkan getah damar.

#### 3.3.3 Preparasi Larutan Glasir

Kandungan konsentrasi pada larutan glasir terdiri dari 100 ml larutan damar dan basal. Larutan damar terbuat dari 50 g getah damar halus yang dilarutkan dalam 100 ml tiner. Kemudian larutan damar dicampurkan dengan basal menggunakan komposisi yang bervariasi dan di hasilkan larutan glasir. Komposisi larutan glasir dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

**Tabel 3.1.** Komposisi pembuatan bahan glasir.

Komposisi	Basal (g)	Larutan Damar (ml)
A	100	100
B	80	100
C	60	100
D	40	100

### 3.3.4 Proses Pengglasiran dan Pengujian Sampel

Larutan glasir dilapisi dengan teknik kuas pada masing-masing sisi sampel, kemudian dibakar dengan menggunakan *muffle furnace* pada suhu 900°C, 1000°C dan 1100°C pada masing-masing sampel. Setelah sampel diglasir, sampel kemudian didiamkan selama 24 jam.

### 3.3.5 Karakterisasi

Karakterisasi merupakan proses yang dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia suatu sampel uji. Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi pada sampel sesudah diglasir. Karakterisasi yang dilakukan adalah XRF, XRD, dan SEM. XRF dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung pada sampel. XRD dilakukan untuk mengetahui fasa pada komposisi bahan dan larutan pelapis. SEM dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi dan unsur bahan yang terbentuk.

#### 3.3.5.1 Karakterisasi XRF

Langkah-langkah pengujian sampel bata tahan api yang telah diglasir dengan XRF adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan sampel bubuk bata tahan api yang telah di glasir dengan menyaring dengan ayakan *mesh* 325.
- b. Memasukkan sampel kedalam *tube* sampel sebanyak  $\pm 1/3$  ketinggian *tube* sampel, kemudian sampel ditekan hingga permukaan rata.
- c. Menyalakan XRF dan UPS kemudian tekan *power*. Tunggu hingga beberapa saat baru kemudian kunci diputar kearah *on*.
- d. Memutar kunci alat XRF searah jarum jam sebesar 90°C.
- e. Memasukkan *tube* sampel ke dalam tempat sampel pada alat.
- f. Menutup penutup XRF.



- g. Menjalankan program epsilon<sup>XLE</sup> dalam komputer.
- h. Memilih dan klik menu “*measure*” → “*measure omnian*” → “*omnian*” → “*open*”.
- i. Klik “*enter your sample identification*” kemudian isi nama sampel.
- j. Pengukuran sampel dimulai.
- k. Setelah pengukuran sampel selesai, spektrogram yang didapat di analisa.
- l. Menekan tombol “*power*” pada XRF dan UPS.

### 3.3.5.2 Karakterisasi XRD

Langkah-langkah karakterisasi sampel bata tahan api yang telah diglasir dengan *X-Ray Diffraction* adalah:

- a. Menyiapkan sampel bubuk bata tahan api yang telah diglasir lolos *mesh* 325.
- b. Meletakkan sampel pada tempat sampel (*sample holder*) kemudian diratakan menggunakan kaca.
- c. Memasukkan sampel ke dalam difraktometer untuk kemudian dilakukan penembakan dengan Sinar-X.
- d. Memulai pengujian difraksi (menekan tombol “*start*” pada menu di komputer) di mana Sinar-X akan meradiasi sampel yang terpancar dari target Cu dengan panjang gelombang 1,5406 Å.
- e. Setelah pengukuran selesai maka akan diperoleh data hasil difraksi dalam bentuk soft data yang dapat disimpan dalam bentuk *xrdml*.

Selanjutnya data yang diperoleh akan diolah menggunakan *software High Score Plus v.3.0.5* untuk mengetahui fasa yang terbentuk dari sampel. Data tersebut kemudian digunakan untuk menggambar grafik dengan Matlab versi R2015a.

### 3.3.5.3 Karakterisasi SEM

- a. Menyiapkan sampel bubuk bata tahan api yang telah diglasir lolos *mesh* 325.
- b. Memasukkan sampel pada alat *coating* (pelapisan).
- c. Memasukkan ke dalam alat SEM untuk dianalisis.

### 3.4 Densitas dan Porositas

Uji densitas dilakukan dengan tahapan yaitu:

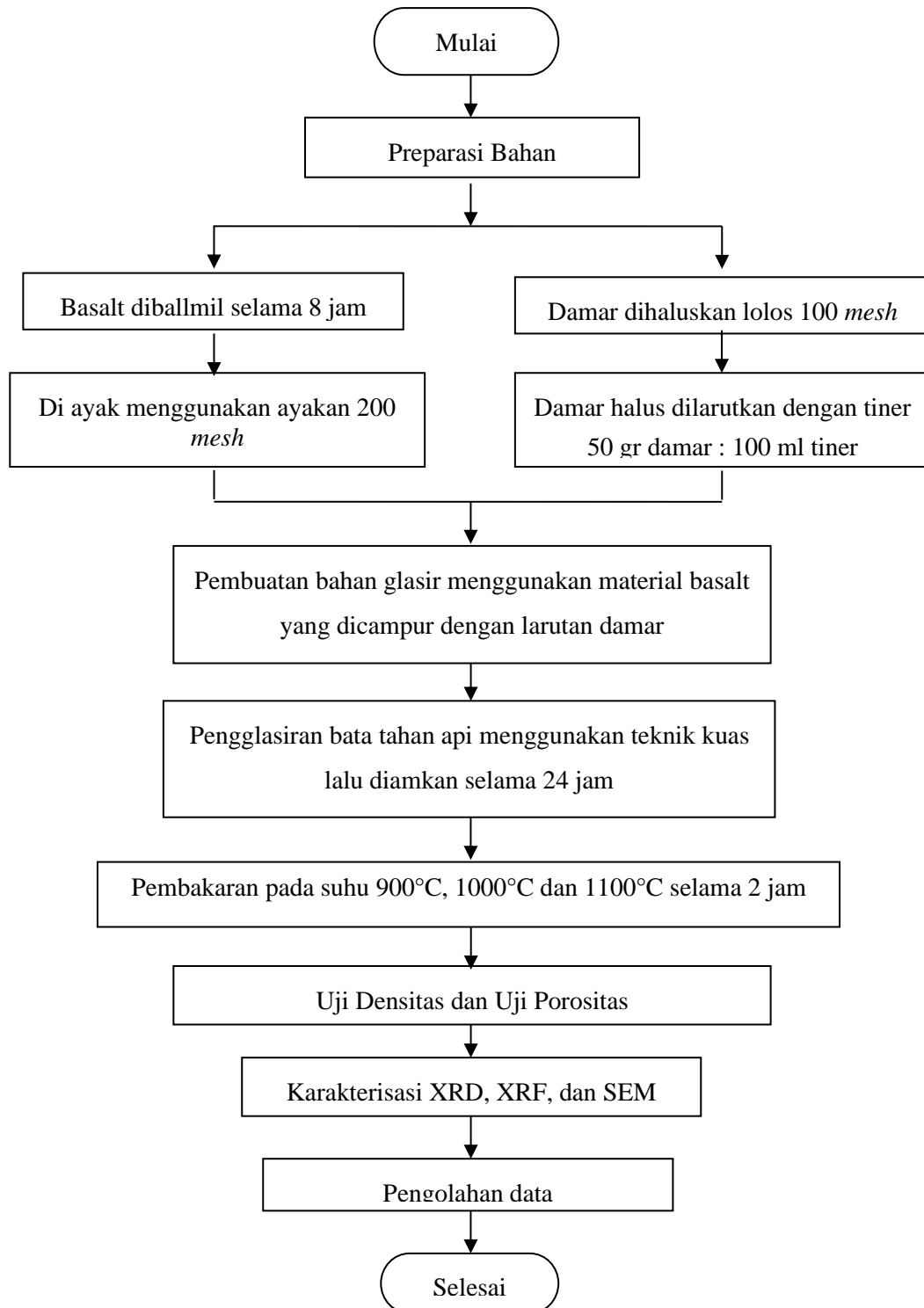
1. Sampel ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mendapatkan nilai massa sampel dan dilakukan pengukuran sisi-sisi sampel menggunakan penggaris untuk mendapatkan volume sampel.
2. Dilakukan perhitungan nilai densitas dengan standart ASTM C 373-88.

Uji porositas dilakukan dengan tahapan yaitu:

1. Sampel direndam sebatas glasir pada air selama 24 jam.
2. Sampel diangkat dan ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mendapatkan nilai massa basah sampel. Selanjutnya sampel dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110 °C untuk menghilangkan kadar air selama 24 jam.
3. Sampel ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mendapatkan nilai massa kering sampel. Dilakukan perhitungan nilai porositas (%) menggunakan ASTM C 373-88.

### 3.5 Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian secara keseluruhan disajikan dalam bentuk diagram alir seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.



**Gambar 3.1.** Diagram Alir Penelitian.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan yaitu:

1. Variasi komposisi A bahan basal 100 % : larutan damar 100 % (sampel A3) memberikan hasil yang terbaik dari produk glasir. Hal ini terlihat dari nilai uji densitas tertinggi dan nilai porositas terkecil.
2. Temperatur pembakaran 1100°C memberikan hasil terbaik untuk titik leleh glasir. Hal ini terlihat dari nilai uji densitasnya yang tinggi dan nilai porositasnya yang kecil.
3. Nilai densitas dan porositas terbaik terjadi pada sampel A3 yaitu 3,33 g/cm<sup>3</sup> dan 0,24 %.
4. Berdasarkan karakterisasi XRF, bahan baku basal didominasi oleh senyawa SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Pada uji sampel glasir Bata Api dan A3 didominasi oleh senyawa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan SiO<sub>2</sub>.
5. Berdasarkan hasil karakterisasi XRD dari kedua sampel dapat dilihat bahwa fasa yang muncul, yaitu *mullite*, *quartz* dan *hematite-prot*.
6. Berdasarkan hasil karakterisasi SEM dari kedua sampel terlihat butiran-butiran dari fasa *mullite* yang terbentuk, pada spektrum EDX terlihat bahwa unsur Al dan Si mendominasi setiap sampel uji karena bahan utama dari pembuatan glasir, yaitu senyawa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan SiO<sub>2</sub>.

7. Basal dapat digunakan sebagai material glasir.

## **5.2 Saran**

Disarankan untuk peneliti selanjutnya untuk menambahkan variasi lain seperti media pengglasiran, bahan baku, suhu dan bahan tambahan yang digunakan sebagai penyusun komponen glasir serta teknik pengaplikasian glasir pada media glasir untuk menghasilkan produk glasir yang lebih baik dan maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, S., dan Afrianti, N. R. 2018. Pengaruh penambahan  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  dan  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  dalam pewarna glasir terhadap modulus patah dan daya serap bahan. *Jurnal Konversi*, 7(1)8.
- Anggaeni, Nuha Desi. 2008. Analisa SEM (Scanning Electron Microscope) Dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetit Menjadi Hematite. *Jurnal Rekayasa Aplikasi Teknik Mesin*.
- Amin, M., Supriyatna, Y. I., Hendronursito, Y., Birawidha, D. C., Latifah, M., & Karokaro, P. 2019. Addition of feldspar minerals as a substitution material on ceramics clay manufacture. *Materials Science and Engineering*, 1 2–4.
- Antonov, M., Surzenkova, A., Hussainova, I., Goljandina, D. and Mikli, V. 2012. Effect of Basal Addition on Tribological Performance of FeCrSiB HVOF Coatings. *Estonian Journal of Engineering*. 18(3): 211-220.
- Aziz, M. 2010. Batu kapur dan peningkatan nilai tambah serta spesifikasi untuk industri. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 6(3): 116-131.
- Brouwer, P. 2003. *Theory of XRF*. Getting Acquainted with the Principles Almelo PANalytical B.V. Netherlands.
- Bondeson, D. 2007. *Biopolymer-based nanocomposites: processing and properties*. Norwegian University of Science and Technology. Trondheim
- Cullity, B.D. 1978. *Element of X-Ray Diffraction*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. United States of America.
- Edriana E., Dahlian E. dan Sumadiwangsa E. S. 2004. Teknik Pembuatan Pernis dari Damar untuk Usaha Kecil. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 22(4): 205 - 213.
- Goldstein, J. I., Newbury, D. E., Echlin, P., and Joy, D. C. 1992. *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Micro Analysis*. Plenum Press. New York.

- Gieken R. E. V dan Marcowicz A. A. 2002. *Handbook of X-Ray Spectrometry* Second Edition, Revised and Expanded. Marcel Dekker, Inc. New York. 341-405
- Hadjib N., dan Abdurrachman. 2005. Sifat Fisis Mekanis Kayu Damar Mata Kucing Bekas Sadapan dan Kemungkinan Pemanfaatannya untuk Kayu Konstruksi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 23: 177-185.
- Hamni, A. 2014. Implementasi Sistem Gasifikasi untuk Pengeringan Biji Kopi. *Jurnal Mechanical*, 5(1) 21-25.
- Hloben. 2000. *Refractory Materials and Major Industrial Applications*. Rexxon Corporation, South Africa.
- Kavanová, M., Kloužková A., dan Kloužek J. 2017. Characterization Of The Interaction Between glazes And Ceramic Bodies. *Ceramics-Silikáty* 61 (3) 267-275.
- Kumbhar, V. P. 2014. An Overview: Basal Rock Fibers – New Construction Material *Acta Engineering International*. 02(1): 11-18.
- Kuncoro, H. S., Damayanti, H. dan Sofyaningsih, N. 2016. Kajian Perkembangan Penelitian Glasir untuk Industri Keramik Selama 25 Tahun Terakhir, *Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia*, p. 68. doi: 10.32537/jkgi.v25i2.2666.
- Lakiza, S. M., Grechanyuk, M. I., Ruban, O. K., Redko, V. P., Glabay, M. S., Myloserdov, O. B., ... & Prokhorenko, S. V. 2018. Thermal barrier coatings: current status, search, and analysis. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*, 57(1), 82-113.
- Larasati, F. 2007. *Pemurnian Beberapa Mutu Damar Mata Kucing (Shorea Javanica) dengan Sistem Pemanasan*. Skripsi. Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Linanda, Y. D. 2018. *Pengaruh Pengglasiran Terhadap Kekuatan Tekan dan Penyusutan Ceramic Holder pada Pembakaran Tunggal dan Ganda*. Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya.
- Lodhia, J., Mandarano, G., Ferris, N. J., Eu, P., & Cowell, S. F. 2010. Development and use of iron oxide nanoparticles (Part 1): Synthesis of iron oxide nanoparticles for MRI. *Biomedical imaging and intervention journal*, 6(2), e12.
- Manurung, Posman. 2019. *Analisis Data Difraksi Sinar-X Edisi Pertama*. AURA. Bandar Lampung.

- Mulyono, N. 2009. *Ekstrak Damar untuk Bahan Pengeruh dan Fosforilasi Damar untuk Bahan Pemberat*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, IPB. Bogor.
- Munasir T., Zainuri M., dan Darminto. 2012. Uji XRD dan XRF pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) sebagai Sumber Material Cerdas ( $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{SiO}_2$ ). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*. 2(1): 20-29.
- Namiroh, N. 1998. *Pemurnian Damar (Shorea javanica) dengan Kombinasi Pelarut Organik*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nelson, Glen C., 1986, *Ceramics A Potter's Handbook*, 5th. Ed., John Wiley and Sons, New York..
- Pertiwi, P. K., Leny, A., Yusro, K., & Prajitno, G. 2015. Uji Densitas dan Porositas pada Batuan dengan Menggunakan Neraca O Hous dan Neraca Pegas. *Jurnal Fisika Laboratorium Material*, 1(4), 1–5.
- Prasetyo, Teguh. 2013. *Desain Sistem Kontrol Pengering Surya dan Heater*. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVII (A-24-1 – A-24-6)*. Madura: Teknik Industri, Universitas Trunojoyo.
- Putri V.N.R., Latifah N. dan Astuti Y. 2017. Pengaruh  $\text{CoO}$  dan  $\text{TiO}_2$  Terhadap Warna Glasir Porselen  $\text{ZnO}$ . *Jurnal Kimia dan Aplikasi*, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ridha, M. 2016. Analisis Densitas, Porositas, dan Struktur Mikro Batu Apung Lombok dengan Variasi Lokasi menggunakan Metode Archimedes dan Software Image-J, 124–130
- Riyadi, Muhtarom dan Amalia. 2005. *Buku Ajar Teknologi Bahan Konstruksi*. Politeknik Negi Jakarta : Jakarta
- Rochmat, Agus; BP Putra; Ela Nuryani; Marta Pramudita. 2016. “Karakterisasi Material Campuran  $\text{SiO}_2$  dan Getah Flamboyan (*Delonix regia*) Sebagai Material Coating Pencegah Korosi Pada Baja”. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 5: 2 (November 2016) 27-36.
- Saravanan, D. 2006. Spinning the Rocks-Basal Fibres. *IE(I) Journal-TX*. 86: 39-45.
- Selvianingum, L., Sriatun, S., dan Darmawan, A. 2013. Pengaruh Tipe Pembakaran terhadap Kualitas Genteng Berglasir Serbuk Kaca/ $\text{TiO}_2$  serta Penentuan Kemampuan Fotokatalisisnya. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 16(3), 84-89.



- Setianingsih, N. 1992. *Pemurnian Damar Shorea Javanica dengan Menggunakan Bahan Pelarut dan Pemucat*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Setiabudi, A. R. H. A. M. 2012. *Karakterisasi Material Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*, UPI Press
- Setiawati T., Purwatiningsih dan Husaeni E. A. 2001. Penapisan Senyawa Anti Rayap dari Getah S. Javanica dan Shorea Leprosula. *Buletin Kimia*. 101-105.
- Singha, K. 2012. A Short Review on Basal Fiber. *International Journal of Textile Science*. 01(4): 19-28.
- Sudarmalik, Rochmayanto Y. dan Purnomo. 2006. Peranan Beberapa Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) di Riau dan Sumatera Barat. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan Riau*. 199-219.
- Sumantry, T. 2013. Aplikasi XRF untuk Identifikasi Lempung pada Kegiatan Penyimpanan Lestari Limbah Radioaktif. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah VII*, pp. 279–282.
- Suparta. 2008 . *Pengetahuan Bahan Glasir*. Bandung: Penerbit ITB.
- Supriyadi, S., Cingah, M., dan Suardana, P. 2012. Pemanfaatan Lumpur Sidoarjo Sebagai Bahan Mentah Glasir Stoneware. *Buletin Fisika*, 13(1), 1-8.
- Sutapa, A. A. G. 2011. Porositas, Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Agregat Kasar Batu Pecah Pasca Dibakar A.A. Gede Sutapa, *15(1)*, 50–57.
- Todic, A., Nedeljkovic, B., Cikara, D. and R. 2011. Particulate Basalt – Polymer Composites Characteristics Investigation. *Materials and Design*, 32(3), 1677–1683
- Vieira, A. W., Daniel, M., Innocentini, D. M., Mendes, E., Gomes, T., Demarch, A., Angioletto, E. 2017. Comparison of Methods for Determining the Water Absorption of Glazed Porcelain Stoneware Ceramic Tiles 2 . Experimental Procedure, (Table 1), 1–7.
- Wahyu, G. B. 2008. *Kriya Keramik untuk SMK Jilid 3*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Wiyono. 2000. Percobaan Pemisahan Minyak Damar Mata Kucing dengan Penyulingan Secara Kering pada Kondisi Vakum. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 18(1): 27-39.

- Wolff, N. L. R. W. H. 2006. *Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis*, Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis.
- Yamık, A., Bentli, İ., Karagüzel, C., Çınar, M., & Cengiz, B. 2001. The application of colemanite addition to floor tile glazes. In *17th International Mining Congress and Exhibition of Turkey, Ankara*.
- Yılmaz, S., Bayrak, G., Sen, S. dan Sen, U. 2005. Structural Characterization Of Basalt-Based Glass–Ceramic Coatings. *Materials and Design*, 2(7), 1092–1096.