

**PENGARUH KOMPOSISI SILIKA TERHADAP FASA DAN SIFAT FISIK
PADA PENGLASIRAN GENTENG BERBASIS SILIKA, KAOLIN DAN
ASAM BORAT**

Skripsi

Oleh

Guntur Muhammad Rafly

1717041040



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGARUH KOMPOSISI SILIKA TERHADAP FASA DAN SIFAT FISIK PADA PENGLASIRAN GENTENG BERBASIS SILIKA, KAOLIN DAN ASAM BORAT

Oleh

GUNTUR MUHAMMAD RAFLY

Atap merupakan pelindung rangka atas suatu bangunan. Bahan penutup atap harus memenuhi persyaratan yaitu kuat, ringan dan kedap air. Genteng merupakan salah satu penutup atap yang baik digunakan sebagai pelindung rumah tetapi masih memiliki sifat hidrofilik yang besar. Untuk mengurangi sifat hidrofilik pada genteng, saat ini telah dilakukan upaya pengembangan bahan glasir untuk melapisi genteng sehingga mengurangi sifat hidrofiliknya. Pada penelitian ini genteng dibuat dengan bahan baku lempung, tanah dan air sedangkan bahan galsir terbuat dari campuran komposisi kaolin, serbuk silika, asam borat dan air. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi silika terhadap struktur kristal, kuat tekan dan daya serap air genteng berglasir. Pembuatan genteng dilakukan dengan mencampurkan lempung tanah dan air yang kemudian di cetak dan di bakar pada suhu 900 °C. Pembuatan bahan glasir ini dilakukan dengan mencampurkan bahan baku glasir kaolin, serbuk silika, asam borat dan air hingga menjadi suspensi dan di aplikasikan pada sampel genteng dengan metode celup yang kemudian dibakar pada suhu 1000 °C. Variasi komposisi silika yang digunakan masing-masing 15 g, 25 g dan 35 g. Hasil analisis struktur kristal diketahui terdapat fasa nacrite, halloysite, metahalloysite, quartz dan sassolite pada sampel. Nilai kuat tekan terbesar adalah sampel genteng sebelum dilakukan pengglasiran dan nilai daya serap air terbaik adalah sampel genteng glasir dengan komposisi silika 25 g.

Kata kunci : genteng, glasir, serbuk silika, kaolin

ABSTRACT

THE EFFECT OF SILICA COMPOSITION ON THE PHASE AND PHYSICAL PROPERTIES IN GLAZING TILE BASED ON SILICA, KAOLIN AND BORIC ACID

By

GUNTUR MUHAMMAD RAFLY

The roof is a protective framework for a building. Roof covering materials must meet the requirements of being strong, lightweight, and watertight. Tile is one of the good roof coverings used as a house protector but still has great hydrophilic properties. Reduce the hydrophilic properties of roof tiles, currently efforts have been made to develop glaze materials to coat roof tiles thereby reducing their hydrophilic properties. In this study, roof tiles were made using clay, soil, and water as raw materials, while the glazing material was made from a mixture of kaolin, silica powder, boric acid, and water. This research was conducted to determine the effect of silica composition variations on the crystal structure, compressive strength, and water absorption of glazed tile. Roof tiles are made by mixing clay and water which are then molded and fired at 900 °C. The glaze is made by mixing the raw materials for kaolin glaze, silica powder, boric acid, and water to form a suspension and applying it to the tile samples using the dipping method which is then fired at temperature of 1000 °C. Variations in silica composition used were 15 g, 25 g and 35 g respectively. The results of the analysis of the crystal structure found that there were nacrite, halloysite, meta-halloysite, quartz, and sassolite phases in the sample. The highest compressive strength value is the tile sample before glazing and the best water absorption value is the glass tile sample with silica composition of 25 g.

Keywords: *tile, glaze, silica powder, kaolin*

**PENGARUH KOMPOSISI SILIKA TERHADAP FASA DAN SIFAT FISIK
PADA PENGGLASIRAN GENTENG BERBASIS SILIKA, KAOLIN DAN
ASAM BORAT**

Oleh

**Guntur Muhammad Rafly
1717041040**

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
2023**

Judul Penelitian : **PENGARUH KOMPOSISI SILIKA TERHADAP FASA DAN SIFAT FISIK PADA PENGGLASIRAN BERBASIS SILIKA, KAOLIN DAN ASAM BORAT**

Nama Mahasiswa : **Guntur Muhammad Raffy**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1717041040**

Jurusan : **Fisika**

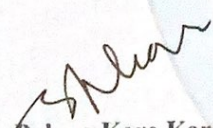
Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

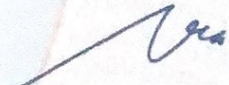
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

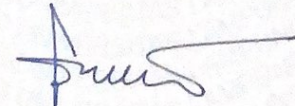
Pembimbing I

Pembimbing II


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


Agus Riyanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 198608222015041002

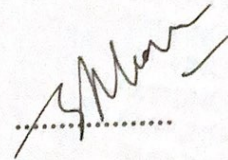
2. Ketua Jurusan Fisika


Gurum Ahmad Pauzi, S. Si., M.T.
NIP. 19801010200501100

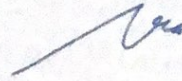
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

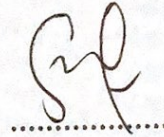
Ketua : Drs. Pulung Karo Karo, M.Si.



Sekretaris : Agus Riyanto, S.Si., M.Sc.




Penguji
Bukan Pembimbing : Dr Yanti Yulianti, S.Si., M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Oktober 2023

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan 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 ada pernyataan saya yang tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukuman yang berlaku.

Bandar Lampung, 10 Oktober 2023



Guntur Muhammad Rafly

NPM. 1717041040

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Guntur Muhammad Rafly dilahirkan di Lahat, Provinsi Sumsel pada tanggal 23 Juni 1999. Merupakan anak kedua dari 4 bersaudara yang lahir dari pasangan Bapak Agus Saepul Bahri dan Ibu Anny Sri Wahyuniati. Ia telah menempuh pendidikan di TK Putra pada tahun 2004-2005, SD N 1 Bayah

Barat pada tahun 2005-2011, SMP N 10 Bandar Lampung pada tahun 2011-2014, dan SMA Negeri 7 Bandar Lampung pada tahun 2014-2017. Pada tahun 2017, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung (UNILA) melalui jalur SBMPTN. Selama menempuh jenjang pendidikan S1 di Fisika FMIPA Unila, penulis mengambil konsentrasi keilmuan bidang Fisika Material. Penulis juga aktif dalam kegiatan keorganisasian dengan menjabat sebagai Kepala Biro KRT Himpunan Mahasiswa Fisika (Himafi) Jurusan Fisika FMIPA Unila tahun 2019, Wakil Ketua Umum Himpunan Mahasiswa Banten 2021, dan Wakil Ketua Komisi 1 DPM U KBM Unila. Pada tahun 2020, penulis melaksanakan PKL di Lab. Fisika

Material FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung. Kemudian pada tahun 2021 penulis mengikuti program KKN di Kelurahan Sumber Agung Kecamatan Kemiling, Bandar Lampung. Pada bulan September 2021 penulis melakukan penelitian terkait tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH KOMPOSISI SILIKA TERHADAP FASA DAN SIFAT FISIK PADA PENGGLASIRAN GENTENG BERBASIS SILIKA, KAOLIN DAN ASAM BORAT”** yang bertempat di Laboratorium Fisika Material Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, Bandar Lampung.

MOTTO

“Karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya
sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah:5)

“Sesuatu yang keluar dari hati, akan masuk pula ke dalam hati.”

(Siyar A’lamin Nubalaa: 6/122)

“You can not late twice.”

Guntur Muhammad Rafly

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, penulis mempersembahkan karya ini kepada:

Bapakku Agus Saepul Bahri dan Ibuku Anny Sri Wahyuniati

Terimakasih karena selalu ada, semua kasih sayang, doa, dukungan, perjuangan, dan pengorbanan selama ini yang tak pernah henti. Terimakasih telah menjadi orang tua terhebat di dunia hingga mampu dan berhasil mendidik hingga mencapai gelar sarjana.

Bapak-Ibu Dosen

Terimakasih atas segala ilmu pengetahuan yang telah diberikan, semoga dapat bermanfaat dan menjadi ladang pahala yang selalu mengalir untuk Bapak dan Ibu.

Keluarga Besar Amarullah dan Keluarga Besar Madpura Serta Kakak dan Adikku

Terimakasih selalu mendukung, selalu mengerti keadaan penulis, dan telah memberikan banyak keceriaan pada penulis.

Teman-teman seperjuangan Fisika FMIPA Unila 2017, 2016 dan 2018,

dan

Almamater Tercinta

Universitas Lampung

KATA PENGANTAR

Segala puji kehadiran Allah SWT yang telah memberikan pertolongan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi Fisika FMIPA Unila yang berjudul “Pengaruh Komposisi Silika Terhadap Fasa dan Sifat Fisik pada Pengglasiran Genteng Berglasir Berbasis Silika, Kaolin dan Asam Borat”. Penelitian ini merupakan studi terkait pengaruh variasi suhu pembakaran pada proses glasir. Penggunaan bahan kaolin, serbuk silika, dan boraks diharapkan dapat memberikan efek lebih baik terhadap produk glasir dengan dilakukannya karakterisasi XRD, uji kuat tekan, dan uji daya serap air. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak, demi penyempurnaan serta perbaikan dalam draft skripsi ini.

Bandar Lampung, 10 Oktober 2023

Guntur Muhammad Rafly

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kelancaran, berkat karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“PENGARUH KOMPOSISI SILIKA TERHADAP FASA DAN SIFAT FISIK PADA PENGGLASIRAN GENTENG BERBASIS SILIKA, KAOLIN DAN ASAM BORAT”** Penulisan skripsi ini tidak dapat terwujud tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, baik berupa tenaga maupun pemikiran. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Pulung Karo Karo, M.Si sebagai pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan memberi pemahaman.
2. Bapak Agus Riyanto, S.Si.,M.Sc sebagai pembimbing kedua yang senantiasa membantu dan memberi masukan dalam penelitian ini.
3. Dr. Yanti Yulianti, S.Si.,M.Si sebagai dosen pembahas yang telah memberikan saran dalam penulisan skripsi ini agar lebih baik lagi.
4. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung

5. Bapak Dr. Junaidi, S.Si.,M.Sc. sebagai dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menempuh bangku perkuliahan.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika atas ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh bangku perkuliahan.
7. Kedua Orang Tua, Bapak Agus Saepul Bahri dan Ibu Anny Sri Wahyuniati, Aa Muammar Adi Prasetya, Adik Ghina F.N. dan Ghazi M. N. yang selalu mendoakan, mengusahakan, memotivasi, dan memberikan semangat kepada penulis hingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
8. Keluarga Besar Amarullah dan Keluarga Besar H. Madpura yang selalu menghibur, mendoakan, dan memberikan motivasi serta pelajaran hidup untuk penulis.
9. Nazalni Ahzam yang senantiasa mendampingi selama masa perkuliahan dan sahabat RT 05 Segala Mider yang telah menghibur selama ini.
10. Teman-teman HMI, HMB, Himafi, dan DPM U Unila yang telah memberikan banyak pengalaman yang berharga selama masa kepengurusan.
11. Teman-teman seperjuangan Fisika angkatan 2017 dan 2016. 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, 10 Oktober 2023

Penulis

Guntur Muhammad Rafly

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN JUDUL.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
PERNYATAAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Genteng	5
2.2 Silika.....	7
2.3 Glasir	9
2.3.1 Silika	10

2.3.2	Alumina.....	10
2.3.3	Fluks.....	10
2.4	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	11
2.5	Kaolin.....	15
2.6	Uji Kuat Tekan.....	16
2.7	Uji Densitas dan Porositas.....	17
2.8	Asam Borat.....	19
III. METODE PENELITIAN.....		21
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	21
3.2.1	Alat Penelitian.....	21
3.2.2	Bahan Penelitian.....	22
3.3	Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1	Pembuatan Sampel Genteng.....	22
3.3.2	Preparasi Campuran Glasir.....	23
3.3.3	Proses Pengglasiran.....	23
3.3.4	Karakterisasi.....	23
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		26
4.1	Hasil Pengujian Kuat Tekan Genteng Glasir.....	27
4.2	Hasil Pengujian Daya Serap Air Genteng Glasir.....	30
4.3	Hasil Analisis Fasa Sampel Genteng.....	32
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....		45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Tetrahedral</i> Silika (Anonim, 2013).....	8
Gambar 2. 2 Prinsip kerja <i>X-ray diffraction</i> (XRD) (Beiser, 1992).....	12
Gambar 2. 3 Tampilan umum Qual X (Altomare <i>et al.</i> , 2008).	14
Gambar 2. 4 Tampilan data POW_COD (Altomare <i>et al.</i> , 2015).	14
Gambar 2. 5 Kaolin (Handayasari, 2016).....	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 4. 1 Tampilan sampel genteng berglasir hasil penelitian	26
Gambar 4. 2 Grafik pengaruh komposisi silika terhadap daya kuat tekan.....	28
Gambar 4. 3 Grafik hubungan variasi komposisi silika dengan nilai daya serap air pada sampel genteng glasir.....	30
Gambar 4. 4 Hasil difraktogram sampel genteng glasir non glasir.....	33
Gambar 4. 5 Hasil difraktogram sampel genteng glasir dengan variasi silika 15 g...34	
Gambar 4. 6 Hasil difraktogram sampel genteng glasir dengan variasi silika 25 g...35	
Gambar 4. 7 Hasil difraktogram sampel genteng glasir dengan variasi silika 35 g...36	
Gambar 4. 8 Hasil penghalusan data sampel genteng non glasir.....	39

Gambar 4. 9 Hasil penghalusan data sampel genteng glasir komposisi silika 15g...39

Gambar 4. 10 Hasil penghalusan data sampel genteng glasir komposisi silika 25g..40

Gambar 4. 11 Hasil penghalusan data sampel genteng glasir komposisi silika 35g..40

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Fisik Silika (Surdia and Saito, 2000)	8
Tabel 2. 2 Bentuk Kristal Silika (Smallman and Bishop, 2000)	9
Tabel 2. 3 Komposisi kimia kaolin (Gao, 2020).	15
Tabel 3. 1 Alat-alat penelitian.....	21
Tabel 3. 2 Bahan-bahan penelitian.....	22
Tabel 3. 3 Komposisi bahan glasir.....	23
Tabel 4. 1 Hasil uji kuat tekan genteng glasir.....	34
Tabel 4. 2 Hasil uji daya serap air genteng glasir.....	35
Tabel 4. 3 Persentase parameter kesesuaian penghalusan sampel genteng.....	39
Tabel 4. 4 Persentase fasa dalam persen berat (%w).....	41
Tabel 4. 5 Parameter kisi dari setiap fasa sampel genteng non glasir.....	42
Tabel 4. 6 Parameter kisi dari setiap fasa sampel genteng glasir dengan komposisi silika 15 g, 25 g dan 35 g	42

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Genteng merupakan komponen bangunan yang digunakan untuk penutup bagian atas bangunan atau digunakan sebagai atap bangunan untuk menahan panas sinar matahari dan guyuran hujan. Ada banyak bahan yang bisa digunakan untuk membuat genteng, seperti logam, kaca, keramik, dan tanah liat. Namun tanah liat lebih sering digunakan untuk pembuatan genteng karena bahan yang melimpah, dan tanah liat dapat menjadi isolator panas yang baik (Indra, 2013). Dengan banyaknya properti bangunan yang dibangun maka sangat dibutuhkan juga genteng yang baik. Genteng berkualitas baik harus kuat, memiliki bobot ringan dan daya serap air yang rendah. Genteng dapat ditingkatkan kualitasnya dengan penambahan lapisan (glasir) pada permukaan genteng yang akan mengurangi kadar serap air pada genteng dan meningkatkan kekerasannya (Torres et al., 2009).

Genteng setelah diaplikasikan sebagai atap, dalam berjalannya waktu dapat menjadi kusam dan keropos sehingga banyak menyerap air dan mempercepat pelapukan. Untuk mencegah hal tersebut, lapisan glasir diterapkan pada permukaan genteng untuk meningkatkan kekuatan genteng dan menutupi pori-porinya (Mobiliu, 2018). Glasir dapat di definisikan sebagai kombinasi bahan yang di desain untuk lebur dan melekat

sebagai pelapis gelas pada bodi genteng yang dibakar. Proses pengglasiran atau biasa di sebut *glazing* biasanya dilakukan dengan cara mencampur bahan glasir dengan air sampai benar-benar homogen, campuran ini biasa disebut dengan *suspense*, kemudian genteng yang akan diglasir dapat disemprot, dilapisi atau ditempa. Pada pembakaran, bahan baku ini akan bereaksi dan meleleh membentuk glasir (Boch & Niepce, 2001).

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 genteng berglasir. Pada umumnya glasir tersebut berupa glasir transparan dan penutup pori dengan berbagai suhu bakar yang berbeda. Adapun bahan yang umum digunakan untuk menyusun suatu campuran glasir, diantaranya yaitu silika (SiO_2) dan kaolin atau *china clay* ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) (Wahyu, 2008). Silika sering digunakan sebagai bahan baku glasir karena memiliki daya adhesi yang baik dan dapat menahan difusi uap air, ion-ion, maupun oksigen (Mahendrata, 2019). Pada saat dibakar, silika akan membentuk lelehan gelas yang menyebabkan partikel-partikel pada *suspense* glasir bersatu bersama, di dalam bentuk gelas ini glasir memberikan kekuatan dan kekerasan pada genteng (Purnawan, 2008). Silika memiliki suhu peleburan yang cukup tinggi (1710°C), maka diperlukan fluks seperti asam borat untuk menurunkan suhu peleburan.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian pengglasiran oleh Mahendrata (2019) menggunakan bahan baku silika (SiO_2), kaolin sebagai alumina, dan asam borat sebagai fluks untuk campuran bahan glasir genteng dengan suhu pembakaran 800°C

dan 1000 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran silika dan kaolin meningkatkan kekerasan genteng, namun masih banyak kecacatan berupa *cracking* dan *pothole* sehingga daya serap genteng tidak meningkat secara maksimal. Pada penelitian yang dilakukan Indra (2013), silika ditambahkan pada bahan glasir genteng sebanyak 2,5 %, 5 %, dan 7,5 %. Uji daya serap menunjukkan komposisi silika yang tepat dapat mengisi pori-pori campuran tanah liat dan pasir sehingga daya serap air pada genteng menurun.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini pengglasiran akan diaplikasikan pada genteng dengan menggunakan bahan baku silika sebagai variabel utama pembuatan glasir. Pembakaran dilakukan pada suhu 1000 °C dengan waktu tahan 1 jam. Pada penelitian ini akan dilakukan uji daya kuat tekan menggunakan CBR (*California Bearing Ratio*) dan uji daya serap air dengan waktu perendaman 24 jam. Untuk mengetahui karakteristik unsur dan struktur fase dalam penelitian ini akan digunakan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur mikro dari lapisan glasir, dan akan menggunakan Qual-X dan Rietica untuk mengolah datanya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh komposisi silika pada bahan glasir terhadap struktur fasa genteng berglasir?
2. Bagaimana pengaruh komposisi silika pada bahan glasir terhadap daya serap dan kuat tekan genteng berglasir?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh komposisi silika pada bahan glasir terhadap hasil pengglasiran genteng;
2. Mengetahui kuat tekan dan daya serap air dari hasil pengglasiran pada genteng; dan
3. Mengetahui komposisi kimia dan fasa pada hasil pengglasiran genteng.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. SiO_2 (*analysis*), $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (*analysis*), $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (*analysis*);
2. Bahan glasir yang digunakan uk uran partikel lolos 200 mesh;
3. Pengglasiran dilakukan dengan teknik celup;
4. Suhu pembakaran yang digunakan untuk lempung sebesar 900°C , dan untuk pengglasiran 1000°C ; dan
5. Pengujian massa jenis, daya serap air dan karakterisasi XRD.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mendapatkan informasi mengenai proses pengglasiran dengan menggunakan teknik celup; dan
2. Dapat digunakan sebagai referensi dan acuan untuk pengambilan keputusan bagi penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Genteng

Atap merupakan salah satu bagian rumah yang paling terlihat dari luar dan sangat menentukan penampilan suatu rumah. Atap bangunan memiliki peran yang sangat penting baik secara fungsional maupun secara estetis. Secara fungsional atap merupakan bagian paling besar peranannya dalam memberikan perlindungan terhadap cuaca dan iklim karena merupakan bagian bangunan yang paling banyak terpapar oleh panas dan hujan. Sedangkan secara estetis, atap adalah elemen yang sangat menentukan ciri atau karakter suatu bangunan misalnya bentuk rumah gadang dan joglo paling mudah dikenali dari bentuk atapnya (Prianto, 2013).

Ada banyak bahan baku yang dapat dipilih sebagai pembuatan atap bangunan sebuah rumah. Produk baru selalu berfungsi untuk menggantikan bahan lama dengan bahan baru agar bisa memenuhi kriteria bangunan yang lebih unggul. Jenis bahan atap yang sering digunakan yaitu genteng tanah liat, genteng keramik, genteng beton, genteng sirap, asbes, seng, genteng metal, atap ijuk dan lain sebagainya. Namun material atap yang sering digunakan pada rumah di Indonesia yaitu genteng tanah liat. Bahan tanah liat sudah dikenal jauh sebelum abad ke-19. Namun awal mula perkembangan genteng baru pesat di Indonesia pada tahun 1920-an. Genteng tanah liat termasuk salah satu bahan dalam membangun rumah.

Genteng tanah liat merupakan salah satu dari jenis genteng rumah yang paling banyak digunakan oleh masyarakat di Indonesia karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan jenis genteng lainnya. Genteng merupakan salah satu properti rumah yang dibuat dengan bahan dasar lempung. Genteng bermutu baik apabila memenuhi sejumlah persyaratan, di antaranya adalah memiliki kuat tekan yang tinggi dan daya serap air yang rendah. Sejauh ini pembuatan genteng umumnya hanya meliputi pencetakan dan pembakaran genteng serta pengglasiran genteng. Pengglasiran dilakukan untuk melapisi permukaan genteng agar genteng tampak mengkilap dan memiliki warna yang bagus, selain itu juga untuk mengurangi daya serap genteng terhadap air (Sianita, 2017).

Genteng merupakan bagian penutup suatu bangunan yang melingkupi permukaan bagian di bawahnya dengan susunan saling bertindih (*overlapping*) yang ditopang kayu ataupun baja ringan. Atap dapat dibuat dari berbagai jenis bahan seperti kayu, tanah liat, kaca, plastik, asbes, dan seng tergantung kebutuhan dan biaya pembangunan. Genteng merupakan salah satu komponen penting suatu bangunan untuk melindungi bangunan dari suhu, hujan dan fungsi lainnya. Kualitas genteng yang optimal berarti memiliki daya serap air seminimal mungkin. Kolawole menyatakan untuk mendapat genteng dengan daya serap tinggi dapat dilakukan memvariasi bentuk genteng yang bergelombang (Kolawole, 2014).

Perkembangan produksi genteng menghasilkan produk yang bervariasi. Corak dan warna, bentuk, hingga kuat daya tekan menjadi inovasi dari para produsen. Berbagai upaya untuk mencetak genteng dengan kualitas terbaik selalu dilakukan. Salah satu dari bentuk upaya menghasilkan genteng adalah dengan memberi

komposisi campuran dalam pembuatannya. Pemanfaatan kaca, sampah organik, semen, maupun pasir memungkinkan untuk menjadi campuran komposisi genteng.

Syarat Mutu Genteng Menurut Standar Nasional Indonesia menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2095-1998, meliputi:

1. Sifat Tampak

Genteng harus memiliki permukaan atas yang mulus, tidak terdapat retak, atau cacat lain yang mempengaruhi sifat pemakaiannya;

2. Penyerapan Air

Penyerapan air maksimal 20 %; dan

3. Kuat Daya Tekan

Genteng keramik harus mampu menahan beban minimum 65-140 kgf.

2.2 Silika

Senyawa silika memiliki rumus molekul berupa SiO_2 (*Silicon dioxide*). Senyawa tersebut banyak terdapat mineral alam seperti kuarsa, granit, dan feldspar (Bragman *et al.*, 2006). Kemudian silika juga dapat diperoleh dari bahan nabati seperti sekam padi, tongkol jagung, dan daun bambu (Monalisa, 2013). Silika memiliki karakteristik secara fisik seperti pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2. 1 Sifat Fisik Silika (Surdia and Saito, 2000).

Nama IUPAC	Silikon dioksida
Rumus Molekul	SiO ₂
Berat Jenis (g/cm ³)	2,6
Bentuk	Padat
Titik Cair	1610
Titik Didih	2230
Koordinasi Geometri	<i>Tetrahedral</i>

Silika merupakan senyawa hasil polimerisasi asam silikat yang tersusun rantai satuan SiO₄. Silika memiliki sisi tetrahedral dengan empat oksigen terikat pada secara *tetrahedral* dengan empat atom oksigen terikat dengan Si berada pada di pusat atom yang terikat secara kovalen (Van *et al.*, 1992). Untuk mengetahui lebih jelas tentang ikatan tetrahedral silika dapat dilihat di **Gambar 2.1**.

**Gambar 2. 1** *Tetrahedral* Silika

(<http://www.visionlearning.com/img/library/modules/mid140/Image/VLObject-3539-060516120522.jpg>, 2013).

Struktur kristal silika memiliki beberapa bentuk seperti *quartz*, *crystabолite*, dan *trydimite*. Kristal silika *quartz* akan terbentuk dengan pembakaran silika pada suhu 570-870 °C dan mengalami perubahan struktur apabila dibakar pada suhu 870-1470 °C menjadi bentuk kristal *crystabолite*, dan *trydimite*. Kemudian, bila silika dibakar

pada suhu 1723 °C maka akan terbentuk silika cair (Smallman *et al.*, 1999). Untuk lebih jelas mengenai karakteristik masing-masing bentuk kristal tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2. 2 Bentuk Kristal Silika (Smallman and Bishop, 2000).

Bentuk	Rentang Stabilitas (°C)	Modifikasi
Kuarsa	<870	β -(heksagonal) α -(trigonal)
Tridimit	870-1470	β -(heksagonal) α -(ortorombik)
Kristobalit	1470-1723	β -(Kubik) α -(tetragonal)

Silika amorf memiliki ikatan acak dan terhubung secara kovalen. Ikatan tersebut saling mendistribusikan muatan elektron terluar antara Si dan O (Astsatryan, 2018).

2.3 Glasir

Glasir ialah lapisan yang diberikan pada genteng 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 genteng 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 genteng (Kavanová, 2017). Fungsi glasir diantaranya tahan terhadap reaksi kimia dan memiliki nilai estetika yang baik. Genteng 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:

2.3.1 Silika

Silika adalah salah satu bahan utama dalam pembuatan glasir karena silika berfungsi sebagai unsur penggelas 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.

2.3.2 Alumina

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

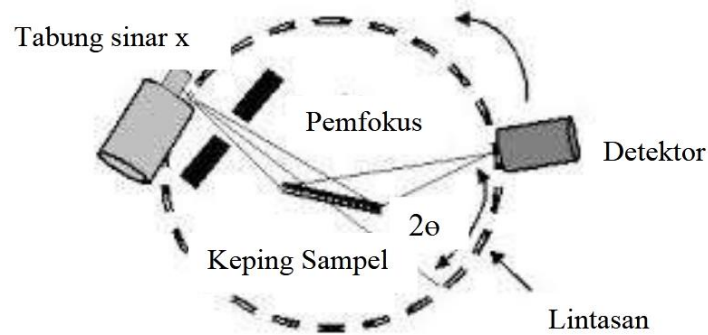
2.3.3 Fluks

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 genteng yang telah dibakar. Keuntungan menggunakan lapisan glasir pada genteng antara lain yaitu menambah nilai estetika dengan warna dan kehalusan permukaannya, menutup badan (pori-pori) genteng sehingga tidak tertembus oleh gas ataupun cairan, menambah dan meningkatkan kekuatan mekanis dari genteng. Melindungi badan genteng dari kerusakan secara mekanis seperti penggarukan oleh makanan dari asam cuka ataupun lingkungan,

menambah ketahanan genteng dari bahan kimia yang bersifat asam ataupun basa, menutupi cacat dari genteng, permukaan genteng mudah dibersihkan, membuat badan genteng tidak mudah ditembus dan melindungi genteng dari masuknya embun yang dapat merusak badan genteng (Supriyadi, 2012).

2.4 X-Ray Diffraction (XRD)

X-Ray Diffraction adalah metode karakterisasi yang digunakan untuk mengetahui senyawa kristal yang terbentuk (Smallman and Bishop, 2000). Difraksi sinar-X (XRD) dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi beragam bahan, seperti logam, mineral, polimer, katalis, plastik, farmasi, lapisan tipis, genteng dan semikonduktor (McMahon, 2007). Sinar-X adalah gelombang elektromagnetik yang dihasilkan dari tumbukan elektron berkecepatan tinggi dengan logam sebagai sasarannya. Oleh karena itu, suatu tabung sinar-X harus mempunyai sumber elektron, voltase tinggi dan logam sasaran. XRD dilengkapi dengan beberapa komponen seperti tabung sinar-X, monokromator, detektor dan lain-lain. Sinar-X yang menembak sampel, kemudian didifraksikan ke segala arah dengan memenuhi Hukum Bragg. Detektor bergerak dengan kecepatan sudut yang konstan untuk mendeteksi berkas sinar-X. Sampel serbuk atau padatan kristalin memiliki bidang-bidang kisi yang tersusun secara acak dengan berbagai kemungkinan orientasi, begitu pula partikel-partikel kristal yang terdapat di dalamnya (Cullity, 1978). Prinsip kerja dari XRD dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2. 2 Prinsip kerja *X-ray diffraction* (XRD) (Beiser, 1992).

Dari **Gambar 2.3** di atas dapat dijelaskan bahwa jika seberkas sinar-X ditembakkan pada sampel padatan kristalin, maka bidang kristal ini akan membiaskan sinar-X yang memiliki panjang gelombang yang sama dengan jarak kisi dalam kristal (memenuhi hukum Bragg). Kemudian sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor, detektor selanjutnya akan mencatat puncak intensitas yang akan bersesuaian dengan orde pembiasan (orde- n) yang digunakan, yang kemudian akan ditampilkan dalam bentuk grafik yaitu grafik difraktogram yang merupakan grafik hubungan antara intensitas (cps) dengan 2θ .

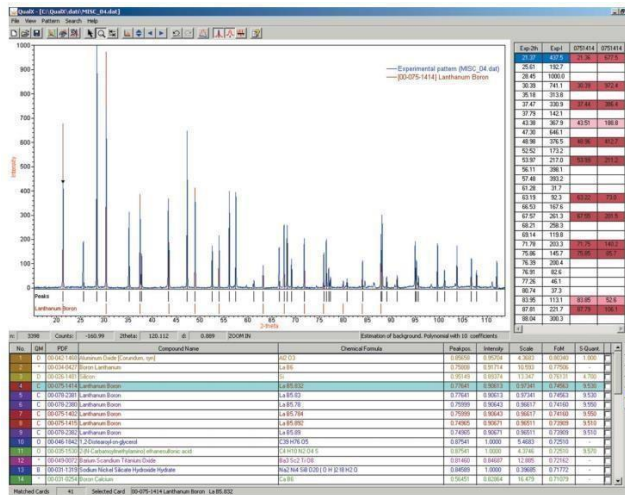
Kristal merupakan susunan atom-atom yang teratur dan berulang didalam ruang tiga dimensi dimana keteraturan susunan tersebut dikarenakan kondisi geometris yang dipengaruhi oleh ikatan atom yang berarah. Pada XRD, pola difraksi dinyatakan dengan besar sudut-sudut yang terbentuk sebagai hasil dari difraksi berkas cahaya oleh kristal pada material. Nilai sudut tersebut dinyatakan dalam 2θ , dimana θ mempresentasikan sudut datang cahaya. Sedangkan nilai 2θ merupakan besar sudut datang dengan sudut difraksi yang terdeteksi oleh detektor.

Berdasarkan hukum Bragg ($\lambda = 2 d \sin \theta$) panjang gelombang (λ) dan sudut difraksi merupakan dua variabel yang dapat divariasikan untuk menghasilkan pola difraksi. Nilai jarak antar bidang (d) tidak dapat divariasikan karena merupakan rusuk yang menghubungkan antara bidang kristal dan bernilai tetap bagi suatu sistem kristal tertentu kecuali jika struktur kristalnya mengalami perubahan (misalnya karena proses interstisi atau penyusutan pada material komposit). Berdasarkan persamaan Bragg, jika seberkas sinar-X di jatuhkan pada sampel kristal, maka bidang kristal itu akan membiaskan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut.

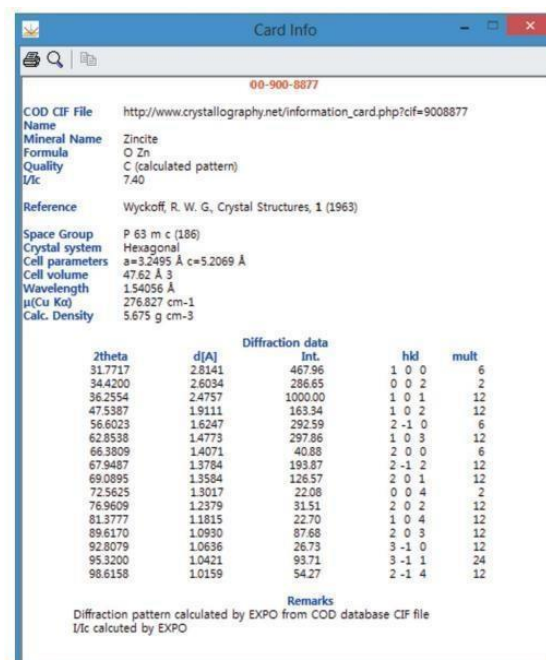
Sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Makin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel, makin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkannya. Tiap puncak yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X untuk hampir semua jenis material (Cullity, 1978).

Menganalisis data kualitatif dari XRD maka digunakan perangkat seperti *QualX*. *Database* yang sudah diinput di perangkat lunak *QualX*, kemudian akan dicocokkan dengan data hasil analisis dari eksperimen (Altomare *et al.*, 2008). Informasi berupa struktur kristal, rumus kimia, group ruang, parameter sel, dan panjang gelombang difraksi dari *Crystallography Open Database (COD)* akan disediakan oleh *database*. *Database* digunakan untuk menentukan rentang data eksperimental beserta puncak-puncaknya, struktur kristal, dan parameter selnya (Altomare *et al.*, 2015). Secara umum tampilan dari Qual X ditunjukkan pada **Gambar 2.4**,

sedangkan tampilan data POW_COD ditunjukkan pada **Gambar 2.5**



Gambar 2. 3 Tampilan umum Qual X (Altomare *et al.*, 2008).



Gambar 2. 4 Tampilan data POW_COD (Altomare *et al.*, 2015).

Mengidentifikasi kesesuaian antara data base dengan data hasil eksperimen maka menggunakan perangkat lunak rietica. Perangkat lunak tersebut akan diperoleh data terkait posisi, tinggi, bentuk, dan lebar puncak difraksi (Mccusker *et al.*, 2001).

2.5 Kaolin

Kaolin adalah bubuk putih lembut yang terdiri dari mineral kaolinit dan terdiri dari kristal heksagonal, *platy* berukuran sekitar 0,1 mikrometer hingga 10 mikrometer atau bahkan lebih besar jika dilihat menggunakan mikroskop elektron (Aleanizy *et al.*, 2014). Kaolin merupakan masa batuan yang tersusun dari material lempung dengan kandungan besi yang rendah. Mineral yang termasuk ke dalam kelompok kaolin yaitu kaolinit, nakrit, dikrit dan halloysit (Handayasari, 2016). Komposisi kimia yang terkandung dalam kaolin disajikan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2. 3 Komposisi kimia kaolin (Gao, 2020).

Senyawa	Kadar (%)
SiO ₂	59,7429
K ₂ O	0,2057
Na ₂ O	0,0736
NiO	0,0115
Al ₂ O ₃	36,2849
P ₂ O ₅	0,1356
Cr ₂ O ₃	0,0291
ZrO ₃	0,0098
TiO ₂	2,1513
SO ₃	0,1055
Ga ₂ O ₃	0,0138
SrO	0,0093
Fe ₂ O ₃	1,1347
CaO	0,0741
ZnO	0,0123
CuO	0,00059

Di alam, kaolinit terbentuk akibat proses pelapukan kimia dan proses alterasi hidrotermal pada suhu rendah dari batuan silika-alumina dalam cairan asam (Yuan,

2018). Alterasi hidrotermal adalah proses interaksi antara larutan (fluida) hidrotermal dengan batuan yang dilaluinya (batuan dinding), menyebabkan terjadinya pertukaran komponen kimiawi antara fluida hidrotermal dengan batuan dinding (Bahar *et al.*, 2017). Sifat luar biasa yang dimiliki oleh kaolin yaitu tidak reaktif secara kimia pada kisaran PH yang luas dan menjadi serbuk penutup yang baik bila digunakan sebagai pigmen. Namun, kaolin tidak termasuk dalam konduktor panas dan listrik yang baik (Rissa *et al.*, 2006). Bentuk kaolin dapat dilihat pada **Gambar 2.6**



Gambar 2. 5 Kaolin (Handayasari, 2016).

Kaolin adalah salah satu mineral alam yang dapat digunakan sebagai bahan beton geopolimer. Mineral-mineral sekunder yang terdapat dalam kaolin dapat mempengaruhi proses reaksi dan sifat akhir pada geopolimer. Geopolimer berbasis kaolin memiliki kekuatan ikatan yang tinggi, permeabilitas rendah serta stabilitas termal yang sangat baik (Ramasamy *et al.*, 2015).

2.6 Uji Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Untuk standar pengujian kuat tekan digunakan

SNI 03-6805-2002 dan ASTM C39/C 39M-04a (Swardika *et al.*, 2019). Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dapat dirumuskan Pada **Persamaan 2.1**

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.1).$$

dengan P sebagai kuat tekan (MPa), F sebagai beban (N) dan A sebagai luas permukaan (mm^2). Kekuatan tekan pada umumnya diukur pada normal *curing* sampai umur 28 hari. Nilai kuat tekan diketahui dengan melakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji kubus yang dibebani dengan gaya tekan sampai mencapai beban maksimum (Maryoto, 2008). Beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton geopolimer yaitu jenis material pengikat yang digunakan, molaritas larutan aktivator dan kondisi *curing* (Ganesh and Muthukannan, 2021).

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 pada **Persamaan 2.2**

$$P = \frac{m}{V} \quad (2.2)$$

dengan ρ sebagai massa jenis air (g/cm^3), m sebagai massa benda (g), dan V sebagai volume (cm^3). 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 *et al.*, 2015).

Penyerapan air merupakan pengukuran secara tidak langsung dari porositas terbuka badan genteng 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 genteng

(Vieira *et al.*, 2017). Pengukuran porositas menggunakan ASTM C 373-88. Untuk mengukur porositas Pada **Persamaan 2.3**

$$P(\%) = \frac{mb - mk}{Vb} \times \frac{1}{\rho_{air}} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dengan mb sebagai massa basah sampel (g), mk sebagai massa kering sampel (g), ρ_{air} sebagai massa jenis air (g/cm³), Vb sebagai volume benda (cm³).

2.8 Asam Borat

Boron merupakan unsur kelima dalam tabel periodik yang tidak muncul di alam dalam bentuk unsur melainkan boron bergabung dengan oksigen sebagai garam atau ester asam borat. Tiga mineral mewakili 90 % borat yang digunakan oleh industri meliputi *borax* yang merupakan natrium borat; *ulexite* yaitu natrium-kalsium borat; dan *colemanite* yaitu kalsium borat (Akarslan and Altinay, 2015). Beberapa proses telah dikembangkan untuk produksi asam borat dari *colemanite* (Ca₂B₆O₁₁.5H₂O). Umumnya, produksi asam borat menggunakan ekstraksi heterogen dari *colemanite* dengan asam sulfat pada suhu 88-92°C yang menghasilkan fase air yang selanjutnya mengalami pemisahan untuk mendapatkan asam borat, dicampur dengan garam yang tidak larut (Bulutcu *et al.*, 2008). Seluruh bentuk asam borat dapat dianggap sebagai hidrat dari borat oksida dan diformulasikan sebagai B₂O₃.3H₂O untuk asam ortobat dan B₂O₃.H₂O untuk asam metaborat (Akarslan and Altinay, 2015).

Asam borat bersifat aditif umumnya digunakan sebagai fluks dalam pembakaran dalam produksi bahan tahan panas (seperti refraktor dan genteng), agen antiseptik dalam medis formulasi produk farmasi dan sebagai katalis untuk oksidasi udara hidrokarbon. Asam borat juga digunakan dalam produksi baja, *glass and fiberglass*,

deterjen serta sektor kimia lainnya (Ipeksever *and* Gönen, 2020). Menurut Andric dkk (2012) penggunaan asam borat dalam pembuatan glasir memiliki kompatibilitas terbesar genteng sehubungan dengan penurunan suhu pembakaran dan peleleh pada campuran glasir yang memiliki titik leleh paling rendah.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan dari bulan November 2022 sampai dengan Desember 2022 di Laboratorium Fisika Material Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Gedong Meneng, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35144. Telp. (0721) 704625.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.1**
Tabel 3. 1 Alat-alat penelitian.

No	Nama Alat	Fungsi
1.	Plastik <i>zipper</i>	Mencampurkan bahan-bahan serbuk
2.	Timbangan digital	Menimbang massa bahan
3.	Wadah	Menyimpan bahan baku
4.	Sendok spatula	Pengaduk
5.	Gelas ukur	Mengukur volume larutan
6.	Gelas <i>beaker</i>	Mencampurkan bahan baku dengan air
7.	Ayakan 200 mesh	Menyaring bahan baku
8.	<i>Muffle furnace</i>	Tungku Pembakaran
9.	<i>Hydraulic press machine</i>	Mencetak adonan genteng
10.	XRD (<i>X-ray diffraction</i>)	Untuk melihat fase kristal

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.2**

Tabel 3. 2 Bahan-bahan penelitian.

No	Nama Bahan	Fungsi
1.	Tanah liat	Bahan utama pembuatan genteng
2.	Lempung	Bahan campuran pembuatan genteng
3.	Kaolin	Alumina dalam pembuatan glasir
4.	Serbuk Silika	Silika dalam pembuatan glasir
5.	Asam Borat	Fluks dalam pembuatan glasir
6.	Air	Melarutkan bahan baku

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini yaitu preparasi bahan pembuatan genteng, preparasi bahan glasir, pembuatan campuran glasir, proses pengglasiran, karakterisasi, uji daya serap dan uji kuat tekan.

3.3.1 Pembuatan Sampel Genteng

Preparasi sampel genteng diawali dengan menyiapkan bahan baku yaitu lempung, tanah dan air. Masing-masing ditimbang dengan massa 200 g lempung, 50 g tanah, dan air sebanyak 50 ml, Kemudian semua bahan diaduk hingga tercampur menggunakan mesin pengaduk hingga membentuk adonan yang mengacu pada metode yang telah dilakukan oleh Aminuddin (2009). Adonan yang telah tercampur selanjutnya didiamkan selama 24 jam.

Adonan yang sudah didiamkan selama 24 jam kemudian ditimbang masing-masing sebanyak 5 g, yang selanjutnya dicetak menggunakan mesin tekan hidrolik hingga berbentuk pelet. Kemudian sampel tersebut dibakar menggunakan *furnace* dengan suhu pembakaran 900 °C dan waktu tahan 1 jam, mengacu pada metode yang telah dilakukan oleh Selvianingrum (2013).

3.3.2 Preparasi Campuran Glasir

Bahan baku penelitian yang terdiri dari silika, kaolin dan boraks dihaluskan menggunakan mortar, lalu masing-masing diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Bahan baku silika, kaolin dan boraks yang telah diayak dimasukkan ke dalam plastik *zipper*, dibagi menjadi 3 variasi berbeda seperti yang tertera pada **Tabel 3.3**. Mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Selvianingrum (2013), selanjutnya bahan tersebut diaduk hingga tercampur. Bahan yang telah tercampur ditambahkan air sebanyak 72 ml kemudian diaduk hingga homogen.

Tabel 3. 3 Komposisi bahan glasir.

No	Nama Sampel	Silika (g)	Kaolin (g)	Asam Borat (g)
1	b	15	25	40
2	c	25	25	50
3	d	35	25	60

3.3.3 Proses Pengglasiran

Campuran glasir diaplikasikan ke sampel genteng dengan menggunakan pinset, celupkan genteng kedalam wadah campuran selama 60 detik. Lalu sampel ditarik dan diletakkan dipermukaan media datar, didiamkan selama 60 detik sampai endapan campuran yang melapisi genteng tidak terlalu tebal. Masukkan genteng yang sudah terlapisi campuran ke dalam *furnace* untuk kemudian sampel dibakar dengan suhu 1000 °C selama 60 menit (Mahendrata, 2019).

3.3.4 Karakterisasi

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi pada sampel yang sudah diglasir. Karakterisasi yang dilakukan adalah XRD, XRD dilakukan untuk mengetahui fasa pada komposisi bahan dan campuran glasir.

3.3.4.1 Karakterisasi XRD

Prosedur yang harus dilaksanakan pada karakterisasi XRD penelitian ini yaitu menyiapkan sampel bubuk dari genteng yang telah di glasir dengan ukuran lolos mesh 325. Sampel diletakkan pada *sample holder*, diratakan dengan menggunakan kaca, sampel dimasukkan ke dalam difraktometer untuk kemudian dilakukan penembakan dengan sinar-X. Pengujian difraksi dimulai dengan 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. Setelah pengukuran selesai maka akan diperoleh data hasil difraksi dalam bentuk *softfile* yang dapat disimpan dalam bentuk *xrdml*. Selanjutnya data yang diperoleh akan diolah menggunakan Qual-X dan Rietica untuk mengetahui fasa yang terbentuk dari sampel.

3.3.4.2 Uji Daya Serap Air

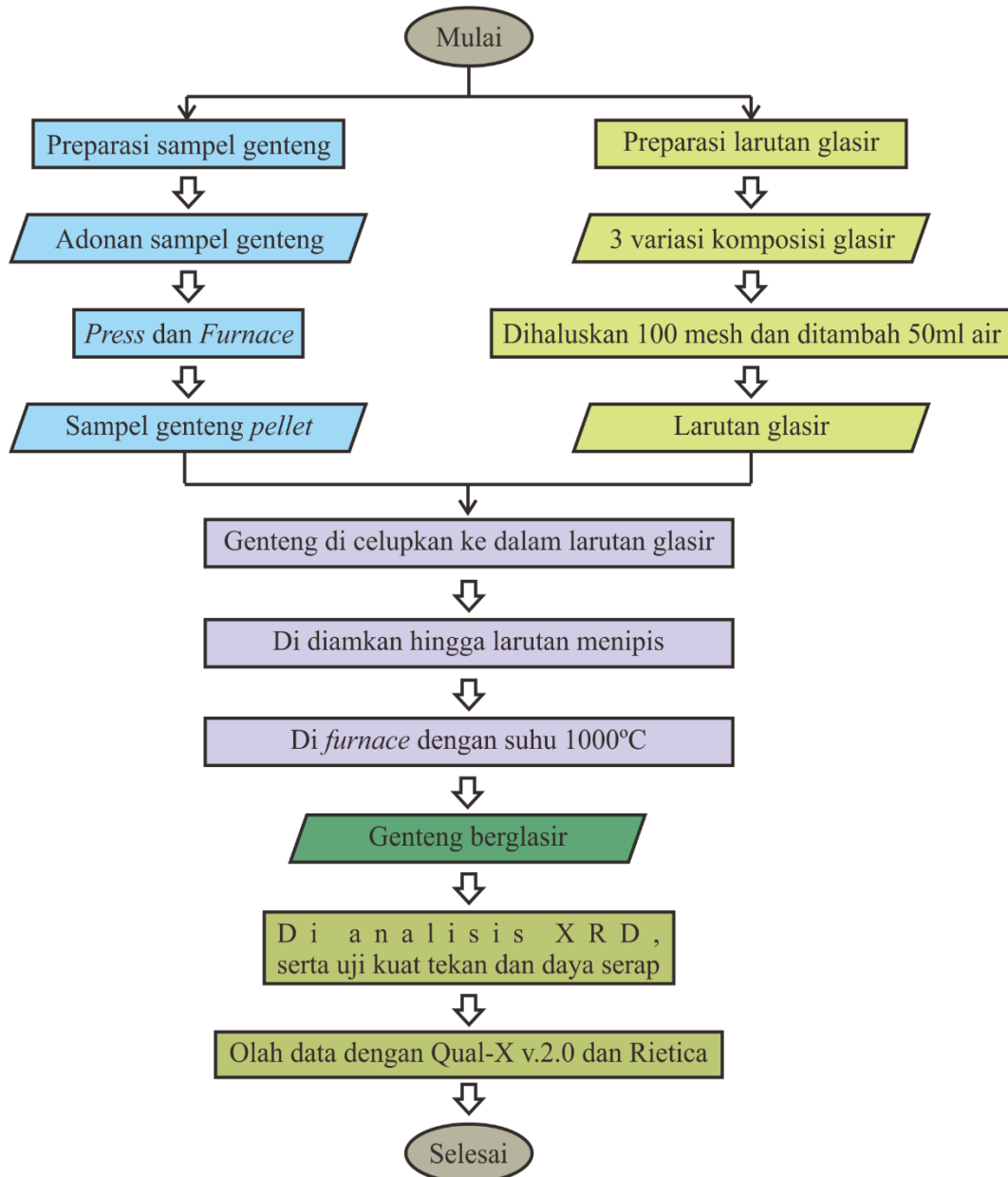
Setelah sampel diglasir dengan menggunakan teknik kuas dan celup, sampel kemudian direndam dalam air dengan waktu perendaman selama 24 jam untuk diuji daya serap airnya menggunakan metode kehilangan berat yang mengacu pada SNI 03-6433-2000. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan **Persamaan 2.2**.

3.3.4.3 Uji Kuat Tekan

Nilai kuat tekan diperlukan untuk mengetahui kekuatan maksimum dari suatu benda untuk menahan tekanan atau beban hingga retak dan pecah. Sampel genteng yang akan diuji diletakkan pada mesin penekan. Genteng ditekan dengan alat penekan sampai genteng pecah. Pada saat pecah dicatat besarnya gaya tekan maksimum yang bekerja.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian 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 sebagai berikut:

1. Hasil analisis fasa kristal sampel genteng berglasir menunjukkan bahwa sampel genteng tanpa glasir memiliki 3 fasa kristal yaitu fasa *nacrite* ($\text{Al}_2\text{H}_4\text{O}_9\text{Si}_2$), fasa *halloysite* ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_3(\text{OH})_8$) dan fasa *quartz* (SiO_2). Kemudian pada sampel genteng glasir dengan komposisi silika 15 g, 25 g dan 35 g memiliki 8 fasa kristal yang terbentuk yaitu *moganite* (SiO_2), *sassolite* (H_3BO_3), *quartz* (SiO_2), *boggsite* (SiO_2), *pyrophyllite* (AlHO_6Si_2), *clinometaborite* (BHO_2), *metaboric acid* (H_3BO_3), *cristobalite* (SiO_2).
2. Hasil nilai kuat tekan tertinggi pada penelitian ini terdapat pada sampel genteng tanpa glasir dengan nilai 299,77 kgf/cm². Sampel tersebut melampaui nilai acuan yaitu syarat mutu genteng menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2095-1998 dimana genteng keramik harus mampu menahan beban minimum 65-140 kgf. Sedangkan pada sampel genteng glasir nilai kuat tekan juga memenuhi syarat mutu genteng menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2095-1998, dan nilai tertinggi dihasilkan pada sampel genteng glasir dengan komposisi silika 25 g yaitu 210,76 kgf/cm².
3. Hasil uji daya serap air menunjukkan nilai terbaik dengan nilai daya serap air terkecil terdapat pada sampel genteng berglasir dengan komposisi silika 25 g

sebesar 5,982 %, sedangkan nilai daya serap air terbesar terdapat pada sampel genteng tanpa glasir sebesar 24,308 %.

5.2 Saran

Saran pada penelitian ini sebaiknya menggunakan bahan baku glasir dengan kandungan alumina yang tinggi dan mengurangi komposisi asam borat untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ababneh, A., Matakah, F., Aqel, R. 2020. Synthesis of Kaolin Based Alkali-Activated Cement: Carbon Footprint, Cost and Energy Assessment. *Journal of Materials Research and Technology*. 9: 8367–8378.
- Akarslan, F., Altinay, O. 2015. Investigation on Water Retention Properties of Boric Acid Doped Textile Surfaces. *Acta Physica Polonica A*. 128(2): 405–406.
- Al-Amairah, M, N. 2009. Production of Fire Clay Refractory Bricks From Local Materials. *European Journal of Scientific Research*. 26(3): 386-392.
- Aminuddin, J., Haryadi, A., Sunardi. 2019. Proses Pembuatan Genteng Sokka Kebumen. *Dinamika Journal*. 1(4): 45–53.
- Andric, L., Pavlovic, Z. A., Trumic, M., Prstic, A., Tanaskovic, Z. 2012. Specific Characteristics of Coating Glazes Based on Basalt. *Materials and Design*. 39: 9–13.
- Arici, M., Karabay, H. 2010. Determination of Optimum Thickness of Double-Glazed Windows For The Climatic Regions of Turkey. *Energy and Buildings*. 42: 1773–1778.
- Arifin, D, N., Primadona, L. 2014. Pengembangan Glasir Non-Timbal Berbahan Baku Limbah Tufa Andesit untuk Memenuhi Syarat Mutu Glasir Genteng Keramik Berdasarkan SNI. *Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI*. 11(C1): 319–328.
- Badan Standarisasi Nasional. 1998. *Genteng Keramik*. SNI No. 03-2095-1998. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Metode Uji Kuat Tekan Silinder Campuran Tanah-Semen*. SNI No. 6887:2012. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Biçak, N., Bulutçu, N., Şenkal, B, F., Gazi, M. 2001. Modification of Crosslinked Glycidyl Methacrylate-Based Polymers for Boron-Specific Column Extraction. *Reactive and Functional Polymers*. 47: 175–184.
- Boch, P., Niepce, J, C. 2001. *Ceramic Materials: Processes, Property and Application*. Hermes Science Publication. United States.
- Budiyanto, W, G., Sugihartono., Sulistya, R., Prasudi, F., Yanto, T, E. 2008. *Kriya Keramik Jilid 3*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Cullity, B, D. 1978. *Element of X-ray Diffraction*. Addison-Wesley Publishing Company. United States of America.
- Fahad., Pratapa, S. 2014. Analisis Komposisi Fasa Komposit Keramik Berbasis SiO_2 -MgO dengan Penambahan B_2O_3 pada Temperatur Sinter 1150°C. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 3(1): 1-3.
- Hadiyawarman., Rijal, A., Nuryadin, B, W., Abdullah, M., Khairurrijal. 2008. Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*. 1 (1): 14-21.
- Haus, R., Prinz, S., Priess, C. 2012. Assessment of High Purity Quartz Resources. *Quartz: Deposits, Mineralogy and Analytics*. 29–51.
- Hill., Howard, R, J. 1986. *A Computer Program for Rietveld Analysis of Fixed Wavelength X-ray and Neutron Powder Diffraction Patterns*. Research Establishment. Australia.
- Humbarsono, A, Y. 2007. Lempung Serap Tanjung Harjo Sebagai Pencampur Lempung Gunung Pare Godean Untuk Bahan Keramik. *Jurnal Riset Daerah*. 6(1): 700-708.
- Hunter, B, H., Howard, C, J. 1998. *A Computer Program for Rietveld Analysis of*

X-ray and Neutron Powder Diffraction Patterns. Lucas Heights Research Laboratories. Australia.

İpeksever, S., Gönen, M. 2020. Optimization of Boric Acid Extraction From Ulexite Mineral by Using Supercritical Carbon Dioxide. *Journal of Supercritical Fluids*. 166: 1-8.

Jamo, H, U. 2014. Structural Analysis and Surface Morphology of Kaolin. *Sciences World Journal*. 9(3): 33-37.

Kavanova, M., Klouzkova, A., Klouzek, J. 2017. Characterization of The Interaction Between Glazes and Ceramic Bodies. *Ceramics-Silikaty*. 61(3): 267–275.

Linanda, Y, D. 2018. Pengaruh Pengglasiran Terhadap Kekuatan Tekan dan Penyusutan Ceramic Holder pada Pembakaran Tunggal dan Ganda. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.

Mahapatra, M, K., Lu, K. 2010. Seal Glass for Solid Oxide Fuel Cells. *Journal of Power Sources*. 195: 7129–7139.

Mahendrata, W. 2019. Pengaruh Variasi Kaolin Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Lapisan Glasir dengan Bahan Dasar Serbuk Silika, Timbal Oksida, dan Boraks. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

Norsker, H., Danisch, J. 1993. *Glazes – for the Self-Reliant Potter*. Springer Fachmedien Wiesbaden. Eschborn.

Pradell, T., Molera, J. 2020. Ceramic technology How to Characterise Ceramic Glazes. *Archaeological Science*. 1–62.

Pratapa., Suminar. 2011. *Bahan Kuliah Difraksi Sinar-X*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Prianto, E., Dwiyanto, A. 2013. Profil Penutup Atap Genteng Beton Dalam Effisiensi Konsumsi Energi Listrik Pada Skala Rumah Tinggal. *Modul*. 13(1): 23–34.

- Rietveld, H, M. 1969. A Profile Refinement Method for Nuclear and Magnetic Structure. *Journal Applied Crystallograph.* 2: 65-71.
- Rowe, R, C., Sheskey, P, J., Quinn, M, E. 2009. *Hanbook of Pharmaceutical Excipients*. Pharmaceutical Press. United State of America.
- Selvianingrum, L., Sriatun., Darmawan, A. 2013. Pengaruh Tipe Pembakaran Terhadap Kualitas Genteng Berglasir Serbuk Kaca/TiO₂ serta Penentuan Kemampuan Fotokatalisisnya. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi.* 16(3): 84–89.
- Sianita, M., Azmiyawati, C., Darmawan, A. 2017. Uji Aktivitas Fotokatalis Genteng Berglasir Silika/TiO₂ terhadap Degradasi Larutan Indigo Carmine, Metanil Yellow Dan Rhodamin. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi.* 20(2): 53–57.
- Supriyadi., Cingah, M., Suardana, P. 2012. Pemanfaatan Lumpur Sidoarjo Sebagai Bahan Mentah Glasir Stoneware. *Buletin Fisika.* 13(1): 1–8.
- Torres, P., Fernandes, H, R., Olhero, S., Ferreira, J, M, F. 2009. Incorporation of Wastes From Granite Rock Cutting and Polishing Industries to Produce Roof Tiles. *Journal of the European Ceramic Society.* 29: 23–30.
- Vassilev, S, V., Baxter, D., Andersen, L, K., Vassileva, C, G., Morgan, T, J. 2012. An Overview of The Organic and Inorganic Phase Composition of Biomass. *Fuel.* 94: 1–33.
- Vlack, L, H, V., Djaprie, S. 1992. Ilmu dan teknologi Bahan. Erlangga. Jakarta.
- Yurdakul, H., Turan, S., Ozel, E. 2011. The Mechanism for The Colour Change of Iron Chromium Black Pigments in Glazes Through Transmission Electron Microscopy Techniques. *Dyes and Pigments.* 91: 126–133.
- Yustana, P. 2010. Studi Eksperimen Lima Warna Glasir pada Lima Karakter Tanah Liat. *Jurnal Penelitian Seni Budaya.* 2(2): 173–186.