

PENGEMBANGAN GLASIR NON-TIMBAL BERBAHAN BAKU LIMBAH TUFA ANDESIT SEBAGAI GLASIR ALTERNATIF INDUSTRI GENTENG KERAMIK RAMAH LINGKUNGAN

Danang Nor Arifin¹, Suryo Sembodo¹, dan Firman Arifianto¹

¹UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon LIPI
Jalan Cihaur No. 2, Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan,
Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat
Email : danang.na@gmail.com

Abstrak

Belum optimalnya pemanfaatan limbah padat industri batu tempel jenis tufa andesit menjadi salah satu permasalahan di Majalengka. Oleh karena itu usaha pemanfaatan limbah ini menjadi penting disamping dapat meningkatkan nilai ekonomis dari limbah tersebut juga mengurangi limbah padatan yang ditimbulkan oleh industri batu tempel. Pengembangan ini dilakukan didasari oleh penelitian terdahulu yang telah mendapatkan formula glasir non-timbal berbahan baku tufa andesit namun masih belum dapat di aplikasikan pada industri kecil genteng karena masih mempunyai temperatur bakar tinggi (1280°C). Oleh karena itu, penelitian pengembangan ini dilakukan untuk menurunkan temperatur bakar dari glasir sehingga dapat di aplikasikan pada industri kecil genteng berglasir. Bahan baku yang digunakan dalam komposisi glasir adalah limbah tufa andesit sebagai pembentuk fasa gelas, lempung sebagai penstabil fasa gelas, serta bahan pelebur (flux) seperti: Boric Acid, Soda Ash, Barium Karbonat, dan Boraks yang merupakan bahan non timbal sehingga ramah lingkungan. Untuk mendapatkan glasir dengan temperatur bakar yang diinginkan (850°C) maka pemilihan bahan flux dengan komposisi bahan flux yang sesuai sangatlah penting. Pada percobaan ini dilakukan variasi bahan flux dan persentase komposisi bahan flux yang digunakan dalam formula glasir. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan visual yang meliputi warna, kehalusan permukaan glasir, dan ada tidaknya cacat yang timbul pada hasil bakaran genteng berglasir. Pengamatan terhadap hasil pembakaran genteng berglasir menunjukkan bahwa formula B11 (komposisi : Tufa Andesit 25%, Boric Acid 70%, Lempung 5%) lebih baik dibandingkan dengan komposisi yang lain. Hal ini ditunjukkan permukaan genteng mengkilap yang berarti glasir telah meleleh dengan sempurna. Tetapi masih terdapat kekurangan yaitu permukaan glasir masih kasar yang disebabkan preparasi bahan belum optimal sehingga ukuran butir bahan penyusun kurang halus.

Kata kunci : glasir, tufa andesit, industri keramik, genteng, batu tempel.

Abstract

Utilization of industrial solid waste in andesitic tuffaceous industry is one of the problems in Majalengka. Therefore, utilization of waste is important in addition to increase the economic value of the waste and also reduced solid waste. The development was carried out based on previous

research that has got the non-lead glaze formula made from andesite tuff, but could not yet applied on a small tile industry due to the high combustion temperatures (1280°C). Therefore, the research was done to lower the combustion temperature of glazes, so it can be applied in small glazed tile industry. The raw materials used in the glaze composition are andesitic tuffs waste as glass-forming phase, clay as a stabilizer glass phase and as the fuser material (flux): Boric Acid, Soda Ash, Barium Carbonate, and Borax, which are non-lead materials that environmentally friendly. To get the glaze to the expected fuel temperature (850°C), the selection of material flux with an appropriate flux composition is critical. In these experiments, we varied material flux and percentage of flux composition used in the glaze formula. We did visual observation of color, gloss glaze, and the presence or absence of defects that arise in the product of glazed tile. Observation of combustion glazed tile indicates that B11 formula (composition: 25% Andesite Tuff, Boric Acid 70%, 5% clay) is better than any other compositions. It's shiny tile surface indicated that glaze had melted completely. But there was still a defect; the surface of the glaze was still rough due to the not-complete material preparation that caused the grain size was not fine enough.

Keywords : glaze, andesitic tuffaceous, industrial ceramics, roof, dimension stone.

PENDAHULUAN

Wilayah Kabupaten Majalengka mempunyai beberapa sumber daya bahan galian mineral industri (Golongan C) seperti batu tempel (tufa-andesit) dan tanah liat yang memperlihatkan kenaikan produksi dari tahun ke tahun. Perkembangan industri kerajinan batu tempel di Kabupaten Majalengka sampai saat ini berjumlah 36 unit usaha dengan skala kecil hingga menengah yang mampu memproduksi sekitar 371.300 m² per tahun (BPPTPM, 2009). Namun masih terdapat permasalahan pada industri pengolahan batu tempel (tufa-andesit) yaitu belum optimalnya pemanfaatan limbah padat sisa industri batu tempel ini, padahal rata-rata limbah padat yang dihasilkan dari industri ini sekitar ±30-40% dari produk batu tempel yang dihasilkan.

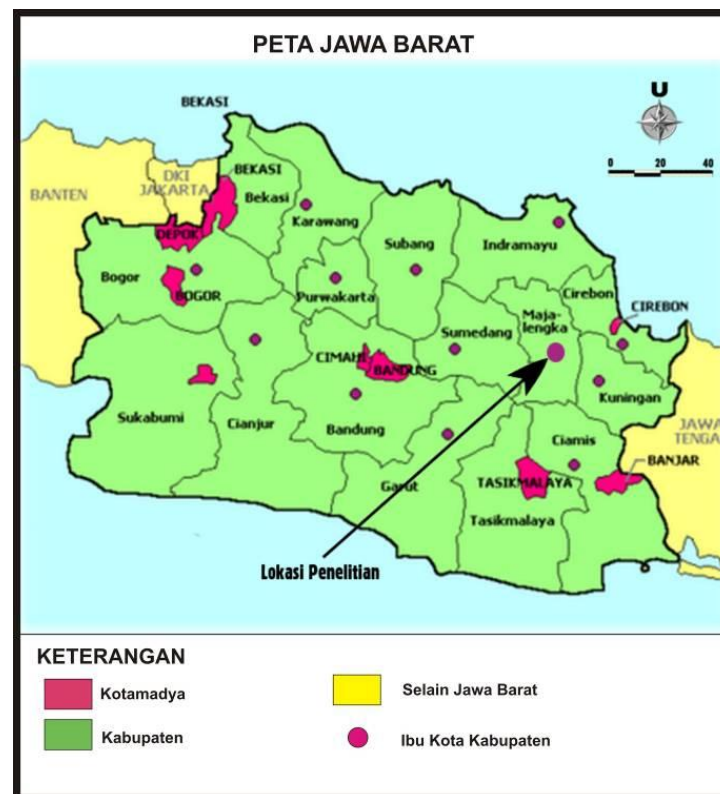
Industri genteng keramik di Kabupaten Majalengka sudah dikenal dan banyak diminati oleh masyarakat luas, karena selain kualitasnya baik juga harga yang lebih murah sehingga kenaikan produksi dari tahun ke tahun semakin meningkat. Umumnya bahan baku glasir yang digunakan di industri genteng ini masih menggunakan Timbal oksida (PbO) sebagai bahan pelebur (*flux*), selain harganya yang relatif lebih murah, memang timbal sangat efektif dalam menurunkan titik lebur glasir dan juga menghasilkan tekstur keramik halus dan lebih mengkilap. Tetapi penggunaan timbal dimasa sekarang semakin dikurangi karena merupakan salah satu zat beracun (*toxic*). Penggunaan timbal yang semakin banyak seiring dengan meningkatnya produksi genteng berglasir dapat menimbulkan masalah pencemaran udara pada lingkungan sekitar, karena timbal dapat menimbulkan berbagai efek negatif bagi kesehatan. Oleh karenanya pengembangan glasir non-timbal yang bebahan baku tufa andesit juga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan yang timbul akibat penggunaan zat kimia berbahaya.

Mengacu pada penelitian terdahulu telah diketahui bahwa komposisi mineral batuan tufa-andesit terdiri dari gelas vulkanik (40-69%) dan feldspar (23-50%) yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku glasir keramik (Sumarnadi dkk, 2003). Namun pada penelitian terdahulu telah didapat formula glasir yang mempunyai temperatur bakar tinggi (1280°C) sehingga untuk di

aplikasikan pada industri kecil yang hanya mempunyai alat yang terbatas sangat kesulitan, oleh karena itu penelitian pengembangan ini dilakukan untuk menurunkan temperatur bakar dari glasir sehingga dapat di aplikasikan pada industri kecil genteng berglasir. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh formulasi glasir non-timbal yang ramah lingkungan berbahan baku limbah industri batu tempel, agar dapat diaplikasikan pada industri genteng berglasir.

LOKASI PENELITIAN

Kegiatan percobaan dilakukan di Laboratorium UPT LUTP Jampang Kulon – LIPI, sedangkan pengambilan contoh bahan galian dan data lapangan diambil dari Kabupaten Majalengka dapat dilihat pada Gambar 1. Batu tempel (tufa andesit) dan genteng keramik merupakan salah satu komoditi unggulan Kabupaten Majalengka, karena menurut data produksi batu tempel mencapai 371.300 m² per tahun sedangkan produksi genteng mencapai 2 miliar buah per tahun (BPPTPM, 2009).



Gambar 1. Peta Jawa Barat (Lokasi Daerah Penelitian)

METODOLOGI

Landasan Teori

Glasir (*glaze*) adalah lapisan tipis gelas yang meleleh pada saat pembakaran diatas permukaan badan keramik. Pada genteng, glasir secara teknis berfungsi sebagai pelapis yang dapat menambah ketahanan terhadap air dan udara, serta meningkatkan kekuatan mekanik dan ketahanan terhadap asam. Selain itu glasir juga memiliki fungsi estetis yaitu mengkilapkan permukaan genteng, membuat genteng menjadi lebih berwarna, sehingga menjadikan genteng tersebut lebih

bernilai. Glasir terbentuk dengan mencampur sejumlah bahan tertentu bersama-sama dengan air, sehingga menjadi campuran suspensi. Secara garis besar bahan penyusun glasir terbagi menjadi beberapa bagian yaitu (Burlison, 2003) :

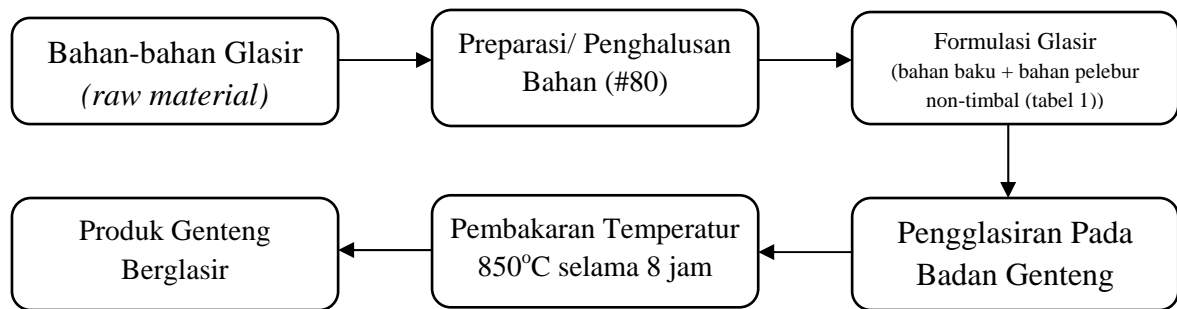
1. Bahan Pembentuk fasa gelas (*Glass Former*). Bahan atau material pembentuk gelas merupakan bahan yang jumlah dan komposisinya paling banyak terdapat dalam glasir, karena berfungsi sebagai pembentuk struktur kerangka dari fasa glass. Bahan pembentuk glass yang utama adalah silika, di alam dapat berupa pasir kuarsa, calspat, flint dan material lainnya yang mengandung SiO₂.
2. Bahan pelebur (*Fluxes*). Bahan pelebur berfungsi sebagai bahan pembentuk leburan gelas selama proses pembakaran. Massa gelas yang terbentuk tersebut selanjutnya mengikat butiran-butiran yang ada sehingga membentuk suatu kesatuan produk yang kompak atau kuat. Oleh karena itu bahan pelebur harus mempunyai titik lebur yang rendah dibandingkan dengan bahan-bahan lainnya. Jenis bahan pelebur ini diantaranya adalah :
 - *Alkaline fluxes* yaitu bahan pelebur yang terdiri dari senyawa alkali. Bahan pelebur ini diantaranya adalah feldspar (potassium, sodium, dan lithium), soda ash (*sodium carbonate*), dan boraks. Digunakan untuk glasir bakaran rendah yaitu pada temperatur 792 – 1120°C.
 - *Calcium fluxes* yaitu bahan pelebur yang terdiri dari senyawa kalsium. Bahan pelebur ini diantaranya adalah kapur (*calcium carbonate*), dolomit, *bone ash*, dan Wollastonit. Digunakan untuk glasir bakaran tinggi yaitu pada temperatur 1230 – 1370°C.
 - *Magnesium fluxes* yaitu bahan pelebur yang terdiri dari senyawa magnesium. Bahan tersebut diantaranya adalah magnesium karbonat dan talk. Digunakan untuk glasir bakaran tinggi.
 - *Lead fluxes* yaitu bahan pelebur yang terdiri dari senyawa timbal (Pb). Bahan tersebut diantaranya adalah *lead bisilikate* (PbO). Digunakan untuk glasir bakaran rendah.
 - *Barium fluxes* yaitu bahan pelebur yang terdiri dari senyawa barium (Ba). Bahan tersebut diantaranya adalah *barium carbonate* (BaCO₃). Digunakan untuk glasir bakaran tinggi.
3. Bahan penstabil fasa gelas (*stabilizer*). Bahan penstabil ini berfungsi sebagai bahan pengikat atau perekat terhadap semua bahan yang ada, sehingga terbentuk suatu kesatuan massa yang kompak dan pada suhu tinggi membentuk ikatan keramik (*ceramic bond*). Selain itu juga untuk meningkatkan plastisitas dari glasir sehingga mudah diaplikasikan pada body genteng keramik. Jenis bahan pelebur ini diantaranya adalah lempung atau *clay* yang mengandung alumina (Al₂O₃) di alam dapat berupa kaolin, alumina, dan *ball clay*.

Bahan & Peralatan

Bahan baku yang digunakan yaitu limbah tufa andesit sebagai pembentuk fasa gelas, lempung dari Jatiwangi sebagai penstabil fasa gelas (*stabilizer*) serta bahan pelebur (*flux*) non-timbal seperti : *Boric Acid*/asam borat, *Soda Ash*, Barium Karbonat dan Boraks. Serta bahan lainnya sebagai bahan pelarut (*suspending agent*) seperti air, CMC (*carbon methyl cellulose*), dan STPP (*sodium tripolyphosphate*). Bahan badan keramik genteng yang digunakan berasal dari Jatiwangi, yang telah mengalami proses pembakaran pada Temperatur 850°C.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain alat preparasi batuan, alat-alat laboratorium seperti timbangan analitik, gelas ukur, kuas, pengaduk, dan tungku pembakaran (*heating furnace*).

Metoda



Gambar 2. Diagram Alir Percobaan

percobaan dilakukan dengan beberapa tahap, seperti pada diagram alir Gambar 2. Pada tahap preparasi/penghalusan bahan, semua bahan dihaluskan hingga lolos saringan mesh 80. Kemudian dilakukan formulasi yaitu pencampuran beberapa formula glasir percobaan. Setelah itu melakukan tahapan pengglasiran yaitu cairan (slip) glasir di aplikasikan pada badan genteng hasil bakar dengan menggunakan kuas. Selanjutnya tahapan pembakaran di dalam tungku pada temperatur bakar 850°C, sehingga genteng telah melalui dua kali pembakaran atau sering disebut keramik *double firing*.

Metoda pengamatan visual hasil bakaran glasir dilakukan untuk mengetahui kualitas dari formulasi glasir tersebut, pada penelitian ini dilakukan pengamatan visual yang meliputi warna, kehalusan permukaan glasir, dan ada tidaknya cacat yang timbul pada hasil bakaran. Selain itu dilakukan pengamatan sebelum glasir dibakar untuk mengetahui perubahan glasir sebelum dan setelah pembakaran. Sebagai perbandingan kualitas glasir, maka glasir percobaan dibakar bersamaan dengan glasir timbal yang banyak dipakai dalam industri genteng, kemudian juga dilakukan pengamatan visual membandingkan glasir percobaan dengan glasir timbal yang banyak dipakai dalam industri genteng.

HASIL PENELITIAN/DISKUSI






Mengacu pada penelitian terdahulu bahwa penambahan boraks (bahan flux) sebanyak 1% pada formulasi glasir tufa andesit rata-rata dapat menurunkan 10°C temperatur bakar dari glasir (Sumarnadi dkk, 2003). Oleh karena itu, untuk mendapatkan glasir dengan temperatur bakar yang diinginkan (850°C) maka pemilihan bahan flux dengan komposisi bahan flux yang sesuai sangatlah penting. Pada percobaan ini dilakukan variasi bahan flux dan persentase komposisi bahan flux yang digunakan dalam formula glasir, formula secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.








Selain itu ditambahkan bahan tambahan dengan komposisi yang sama tiap formula, sehingga tidak mempengaruhi hasil bakaran glasir. Pengamatan visual hasil pembakaran glasir percobaan dari masing-masing komposisi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Formulasi Glasir Berbahanbaku Limbah Tufa Andesit

Bahan Glasir	Komposisi Bahan Baku Glasir(%)											
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
Limbah Tufa Andesit	35	25	15	35	25	15	35	25	15	35	25	15
Barium Karbonat	60	70	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soda Ash	-	-	-	60	70	80	-	-	-	-	-	-
Boraks	-	-	-	-	-	-	60	70	80	-	-	-
Asam Borat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	70	80
Lempung Jatiwangi	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

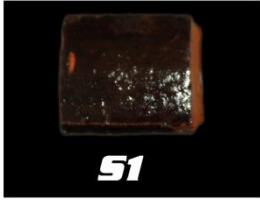


Tabel 2. Hasil Pengamatan visual percobaan glasir masing-masing komposisi

No	Kode glasir	Hasil Pengamatan Visual
1		<ul style="list-style-type: none"> - Glasir masih mentah (belum leleh) - Permukaan halus - Mudah mengelupas - Warna abu-abu (warna tufa andesit)
2		<ul style="list-style-type: none"> - Walaupun sudah ditambah flux (BaCO₃) masih sama seperti B1 - Permukaan sama seperti B1 tetapi lebih halus dan lebih mudah mengelupas - Warna abu-abu (warna tufa andesit)
3		<ul style="list-style-type: none"> - Walaupun sudah ditambah flux (BaCO₃) masih sama seperti B1 dan B2 - Permukaan sama seperti B2 tetapi lebih halus dan lebih mudah mengelupas - Warna abu-abu (warna tufa andesit)
4		<ul style="list-style-type: none"> - Flux (soda ash) tidak bercampur dengan material lainnya melainkan larut dalam air, sehingga setelah di bakar tidak membentuk fasa glass - Tidak terjadi fasa glass (tidak terbentuk glasir) - Masih berbentuk pasir - Warna putih kehijauan (warna bakar soda ash)
5		<ul style="list-style-type: none"> - Permukaan sama seperti B4 - Setelah flux ditambah permukaan body semakin terlihat, karena semakin banyak Flux (soda ash) yang terlarut dalam air - Warna putih kehijauan (warna bakar soda ash)

6	 <p style="text-align: center;">B6</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Permukaan sama seperti B4, dan B5 namun karena semakin banyak flux yang ditambahkan sehingga permukaan body lebih semakin terlihat daripada B5, karena semakin banyak Flux (soda ash) yang telarut dalam air - Warna putih kehijauan (warna bakar soda ash)
7	 <p style="text-align: center;">B7</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Permukaannya melting(meleleh) sebagian, terlihat hanya fluxnya saja yang meleleh karena Flux (borax) tidak bercampur dengan material lainnya, sehingga setelah di bakar hanya flux (borax) yang melebur, sedangkan material lainnya belum. - Warna Putih/opaq (warna lebur boraks)
8	 <p style="text-align: center;">B8</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sama dengan B7 tetapi karena campuran flux(borax) lebih banyak sehingga terlihat permukaan yang meleleh lebih merata. - Tidak terjadi campuran glasir (hanya borax yang meleleh) - Warna Putih/opaq (warna lebur borax)
9	 <p style="text-align: center;">B9</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sama dengan B7 dan B8 tetapi karena campuran flux(borax) lebih banyak sehingga terlihat permukaan yang meleleh lebih merata. - Tidak terjadi campuran glasir (hanya borax yang meleleh) - Warna Putih/opaq (warna lebur borax)
10	 <p style="text-align: center;">B10</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Permukaannya agak mengkilat, sehingga dapat dikatakan glasir belum meleleh dengan sempurna, namun karena pengglasiran yang kurang merata sehingga masih terlihat permukaan body - Warna ke hitaman
11	 <p style="text-align: center;">B11</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Permukaannya lebih mengkilat daripada B10, dan lebih merata. Sehingga dapat dikatakan glasir meleleh dengan sempurna - Namun permukaan glasir belum halus, disebabkan belum optimalnya proses penggerusan/milling sehingga ukuran butir material penyusun glasir masih kasar - Warna hitam
12	 <p style="text-align: center;">B12</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Permukaannya lebih mengkilat daripada B10 dan B11, namun banyak terdapat cacat retak rambut yang disebabkan tingginya komposisi flux (Boric Acid) dan berkurangnya komposisi material tufa andesit. - Terdapat cacat lubang/pori yang cukup besar yang disebabkan glasir sudah overfiring pada temperatur 850 C, disebabkan oleh tingginya komposisi flux. - Warna hitam

Dari hasil pengamatan secara visual komposisi B11 menunjukkan hasil yang paling baik dibandingkan dengan komposisi yang lain, yaitu permukaannya lebih mengkilat dan lebih merata, sehingga dapat dikatakan glasir meleleh dengan sempurna. Tetapi permukaan glasir belum halus, hal ini disebabkan belum optimalnya proses penggerusan/milling sehingga ukuran butir material penyusun glasir masih kasar.

Tabel 3. Perbandingan glasir hasil percobaan (B11) dengan glasir timbal (S1 dan S2)

Glasir timbal (hitam)	Glasir Percobaan	Glasir timbal (transparan)
 <p style="text-align: center;">S1</p>	 <p style="text-align: center;">B11</p>	 <p style="text-align: center;">S2</p>
<ul style="list-style-type: none"> - S1 & S2 merupakan glasir yang sudah diaplikasikan pada industri genteng berglasir di wilayah jatiwangi yang merupakan glasir bertimbal. - S2 adalah glasir glossy transparan sehingga terlihat coklat dari warna body genteng - S1 adalah glasir S2 yang telah diberi pigmen berwarna hitam sebagai variasi warna dari genteng berglasir - Dari hasil beberapa percobaan glasir dapat disimpulkan, penambahan tufa andesit memberikan warna ke arah hitam pada glasir. - Dari gambar di atas kita dapat membandingkan kedua glasir S1 & S2 dengan glasir percobaan yang paling baik yaitu B11. Dari warna dan kilap glasir B11 hampir sama dengan glasir S1 namun dari texture permukaan glasir B11 masih belum sehalus S1 dan S2. 		

Sebagai perbandingan kualitas glasir, maka glasir percobaan dibakar bersama-sama dengan glasir timbal yang banyak dipakai dalam industri genteng, kemudian juga dilakukan pengamatan visual membandingkan glasir percobaan yang paling baik dengan glasir timbal yang banyak dipakai dalam industri genteng, dapat dilihat pada Tabel 3.

KESIMPULAN

Berdasarkan data-data dan hasil pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Limbah tufa andesit dari industri batu tempel di Kabupaten Majalengka dapat digunakan sebagai bahan baku glasir non-timbal pada industri genteng keramik yang ramah lingkungan.
- Hasil pengamatan secara visual terhadap percobaan formulasi glasir menunjukkan bahwa komposisi B11 memiliki hasil terbaik dibandingkan dengan komposisi yang lain yaitu permukaannya mengkilap dan menghasilkan warna hitam.
- Perlu dilakukan kegiatan lanjutan untuk lebih menyempurnakan komposisi formula glasir dan untuk mengetahui kualitas glasir hasil percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pelayanan Perizinan Terpadu dan Penanaman Modal (BPPTPM) Kabupaten Majalengka, 2009. <http://bpptpm.majalengkakab.go.id>.
- Burleson, Mark. 2003. *The Ceramic Glaze Handbook : materials, techniques, formulas*. ISBN 1-57990-202-2, A Division of Sterling Publishing Co., Inc. New York.
- Sumarnadi E.T. Agustinus, dkk. 2003. *Pembuatan Keramik Lembaran Sebagai Bahan Bangunan: Formulasi Glazur Transparant*. Laporan Penelitian Proyek Pengembangan Potensi Sumber Daya Mineral, Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Bandung.