

## TUF SEBAGAI BAHAN PELEBUR PADA PEMBUATAN KERAMIK BODI *STONEWARE*

### *Utilization of Tuff as Fluxing Agent in Manufacturing Stoneware Ceramic Body*

Subari<sup>1)</sup> dan Widodo<sup>2)</sup>

1) Balai Besar Keramik Bandung

2) Puslit Geoteknologi LIPI

**ABSTRAK** Telah dilakukan percobaan penggunaan tuf dari Sukabumi dan Majalengka, Provinsi Jawa Barat dalam pembuatan keramik bodi *stoneware*. Tuf dari dua daerah tersebut memiliki jumlah yang cukup melimpah, nilai jual yang rendah, dan belum dimanfaatkan secara optimal. Keramik bodi *stoneware* adalah istilah bodi keramik yang terbuat dari campuran lempung, kuarsa dan felspar. Dalam penelitian pembuatan bodi *stoneware* ini bahan tuf ditambah lempung dari Gunung Guruh dan kuarsa dari Cibadak Sukabumi. Ketiga bahan dicampur menjadi 6 macam komposisi bodi *stoneware* dengan variasi perbandingan tuf 10-30%, lempung 30-50%, kuarsa 40-60%, selanjutnya dibakar pada suhu 1.200°C, 1.250°C, dan 1.300°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi bodi *stoneware* yang terbaik adalah komposisi TS1 tuf dari Sukabumi dan TM4 tuf dari Majalengka yang mempunyai nilai kuat lentur sebesar 27,38 MPa dan 37,57 MPa pada suhu pembakaran 1.250°C. Kedua komposisi bodi *stoneware* terbaik tersebut dibuat prototip produk keramik berupa vas bunga dan asbak yang dibakar pada suhu 1.250°C hasilnya sifat fisik baik, karena tidak terjadi perubahan bentuk dan tidak retak/belah.

**Kata kunci :** Tuf, bodi *stoneware*, keramik

**ABSTRACT** An experiment had been conducted for utilizing tuff obtained from Majalengka and Sukabumi, West Java Province to make ceramic with stoneware body. Tuff resources at those regions are relatively abundant, have a lower commercial value, and have not been used optimally. The ceramic of stoneware body is prepared by a mixture of clay, quartz and feldspar. The stoneware body is prepared by adding the tuff material with clay from Gunung Guruh district and quartz from Cibadak Sukabumi. The raw materials are mixed into 6 kinds of stoneware body with some ratio of 10-30% tuff, 30-50% clay and 40-60% quartz, and it is heated at temperature of 1,200°C, 1,250°C, and 1,300°C. The results of this study showed that the best composition of stoneware body are TS1 of Sukabumi tuff and TM4 of Majalengka tuff, which has bending strength of 27.38 MPa and 37.57 MPa respectively at heating temperature of 1,250°C. Several prototype have been prepared at 1,250°C and refined by the optimum tuff of rate strengs ratio of TS1 and TM4. The result showed a good physical appearances without deformation and crack.

**Key words :** Tuff, stoneware body, ceramic

---

Naskah masuk : 28 Januari 2015  
Naskah direvisi : 25 Mei 2015  
Naskah diterima : 3 Juni 2015

---

Subari  
Balai Besar Keramik Bandung  
Jl. Ahmad Yani No. 392, Bandung, Jawa Barat,  
Indonesia  
E-mail : soebary15@yahoo.com

## PENDAHULUAN

Salah satu mineral yang dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif pengganti felspar adalah bahan tuf yang memiliki kandungan silika rendah dan kadar alkali (K<sub>2</sub>O dan Na<sub>2</sub>O) cukup tinggi yakni di atas 7%. Tuf adalah endapan piroklastik berupa abu vulkanis dan bersifat material detrital yang berasal dari proses pelapukan batuan gunung api. Secara teoritis komposisi batuan tuf terdiri dari mineral kuarsa 32-40%, felspar 17-

35%, biotit dan hornblende 3-5%, serta massa gelas 25-48% (Slosarczyk *et al.*, 1993). Salah satu contoh penggunaan bahan *tuf* di daerah Krzeszowics dekat Cracow yang jumlah cadangannya berlimpah dan sudah dimanfaatkan secara optimal oleh industri keramik. Kandungan alkali ( $K_2O + Na_2O$ ) pada batuan *tuf* tersebut berkisar antara 8-1% dengan ratio  $K_2O : NaO$  antara 0,1-0,3 dan kandungan silika ( $SiO_2$ )nya 60,4-64,08% (Slosarczyk *et al.*, 1993; Ociepa *et al.*, 1995).

Menurut Ociepa *et al.* (1995) dikatakan bahwa bodi *stoneware* dapat dibuat dari bahan tuf dengan komposisi tuf 25%, lempung 40%, kaolin 17% dan kuarsa 8% yang dibakar pada suhu  $1.250^\circ C$ . Karakteristik bodi *stoneware* tersebut yaitu susut jumlah 14,10%, penyerapan air 2,21% dan kuat lenturnya 45,5 MPa. Penggunaan tuf pengganti felspar, berfungsi sebagai bahan pelebur. Karakteristik tuf seperti tersebut di atas juga dijumpai di daerah Kecamatan Warung Kiara Kabupaten Sukabumi, Kecamatan Maja Kabupaten Majalengka, Kecamatan Cikalong Kulon Kabupaten Cianjur, dan Kecamatan Cihampelas Kabupaten Bandung yang belum dimanfaatkan oleh industri keramik baik industri kecil menengah (IKM) maupun skala besar. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian penggunaan bahan tuf sebagai bahan pengganti felspar untuk pembuatan keramik bodi *stoneware* dengan campuran lempung dan kuarsa.

Tujuan penelitian adalah memanfaatkan tuf dalam pembuatan keramik bodi dan bahan tuf ini sebagai pelebur. Tuf digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan keramik bodi *stoneware* selain lempung dan kuarsa. Penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan dan meningkatkan nilai tambah tuf alam yang cukup melimpah mempunyai nilai jual yang rendah. Selama ini untuk pembuatan keramik bodi *stoneware* menggunakan felspar sebagai bahan pelebur, dengan cadangan lebih kecil dibandingkan tuf.

Dengan memanfaatkan tuf yang fungsinya sama seperti felspar sebagai bahan pelebur untuk pembuatan keramik bodi *stoneware*, akan mempunyai nilai ekonomi yang lebih tinggi dan menciptakan lapangan pekerjaan baru. Selain itu diharapkan dipakai sebagai bahan acuan dalam

perencanaan pengembangan dan pemanfaatan bahan galian tuf.

## METODE

### Bahan dan Peralatan

Metode penelitian terdiri atas penelitian ke lapangan dan laboratorium. Penelitian lapangan terdiri atas pengambilan percontoh tuf, lempung dan kuarsa. Penelitian laboratorium terdiri atas karakteristik percontoh, percobaan pembuatan benda uji keramik bodi *stoneware*, pengujian kuat lentur, susut jumlah dan penyerapan air.

Bahan percobaan yang digunakan untuk penelitian ini adalah percontoh tuf yang berasal dari Sukabumi (TS), dan Majalengka (TM); percontoh lempung dari Gunung Guruh, dan percontoh kuarsa dari Cibadak Sukabumi. Percontoh tuf, lempung dan kuarsa dikeringkan dalam oven pada temperatur  $100^\circ C$  selama 2 jam untuk menghilangkan kadar airnya. Masing-masing percontoh tuf digerus hingga ukuran butir halus (200 mesh), kemudian dilakukan analisis kimia, mineral dan uji pembakaran pada temperatur  $1.400^\circ C$ .

Analisis kimia untuk mengetahui unsur  $SiO_2$  dan hilang pijar menggunakan metode gravimetri,  $Al_2O_3$  menggunakan titrasi,  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ , dan  $K_2O$  menggunakan AAS. Analisis untuk mengetahui kandungan mineralnya menggunakan *X-Ray Diffractometer (XRD)–Philips Analytical X-Ray PW 1130* dan uji pembakaran pada temperatur  $1.400^\circ C$  menggunakan tungku gas volume  $0,25 m^3$ .

Peralatan yang digunakan adalah *jaw crusher*, *pot mill*, wadah gips, mortar berikut palunya, timbangan analitis, cetakan uji kuat lentur, *glassware*, jangka sorong, tungku gas, *thermokopel* dan *galvanometer*. Bagan alir pembuatan prototipe produk keramik

Tabel 1. Komposisi badan *stoneware* (Ociepa *et al.*, 1995).

Komposisi	Lempung, %	Kuarsa, %	Tuf, %
1	50	40	10
2	40	40	20
3	40	50	10
4	30	40	30
5	30	50	20
6	30	60	10

Satuan: % berat

menggunakan bahan tuf dicampur lempung dan kuarsa dapat dilihat pada Gambar 1.

### Pembentukan Benda Uji

Rancangan komposisi campuran bahan untuk keramik bodi *stoneware* mengacu pada penelitian terdahulu (Ociepa *et al.*, 1995) seperti yang tercantum dalam Tabel 1.

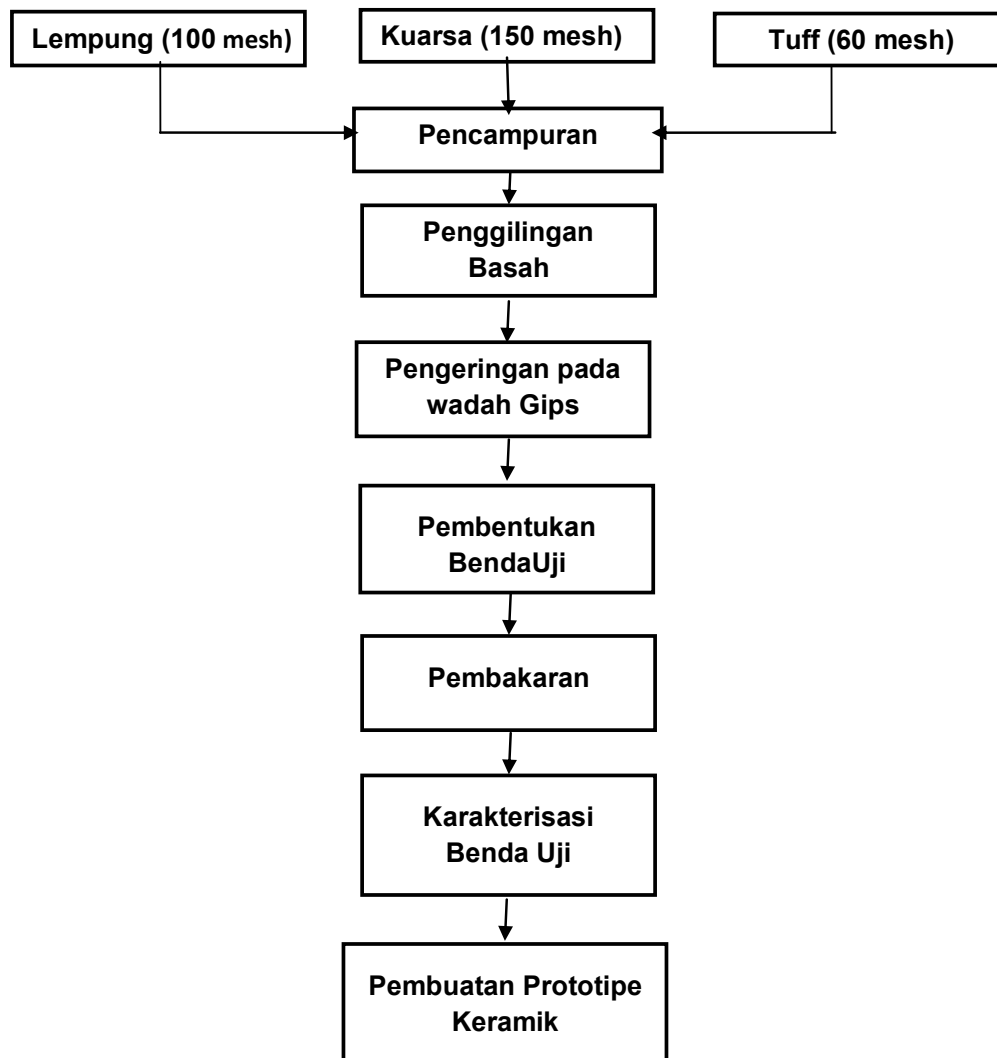
Campuran bahan baku *tuf*, lempung dan kuarsa digiling dalam *potmill* selama 8 jam. Hasil penggilingan dengan *potmill* ini digunakan untuk membuat benda uji dengan ukuran 10 cm × 1 cm

× 1 cm, kemudian dikeringkan dan dibakar pada suhu 1.200, 1.250 dan 1.300°C. Benda uji hasil bakaran kemudian dianalisis sifat kuat lentur, susut jumlah dan penyerapan air.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Bakar Contoh Tuf pada Suhu 1.400°C

Contoh *tuf* dari daerah Warung Kiara Sukabumi (TS) dan Maja Majalengka (TM) Propinsi Jawa Barat setelah dibakar pada suhu 1.400°C (Gambar 2), memiliki karakteristik seperti tercantum dalam Tabel 2.



Gambar 1. Bagan alir proses penelitian.

Tabel 2. Data uji bakar 1.400°C contoh tuf.

Kode Contoh	Asal Tuf	Hasil Uji Bakar
TS	Warung Kiara, Kabupaten Sukabumi	Hampir lebur dan mengeras berwarna abu-abu.
TM	Maja, Kabupaten Majalengka	Lebur merata, padat dan warnanya abu-abu kecoklatan.

Selama pembakaran berlangsung mulai terjadi dehidroksilasi lempung pada suhu 450°C. Kemudian pada suhu 1.000°C mineral felspar mulai bereaksi dengan kuarsa atau silika, sehingga terbentuk suatu cairan kental, dan pada suhu 1.100°C mulai terjadi formasi mulite. Mineral mulite inilah yang menyebabkan suatu barang keramik menjadi kuat (Boch and Niepce, 2007).

Komposisi benda uji yang memenuhi syarat, kemudian dipilih dan dibuat dengan jumlah lebih banyak untuk dijadikan prototip. Prototip yang dibuat antara lain dalam bentuk vas bunga, asbak dan tempat pensil.

Uji bakar pada suhu 1.400°C (Tabel 2) dimaksudkan untuk mengetahui apakah bahan tuf yang diteliti bersifat tahan api (*refractory*) atau sebagai bahan pelebur.

Dari Tabel 2 dan Gambar 2 nampak bahwa bahan tuf kode contoh TM dari Maja Majalengka telah lebur merata seperti breksi vulkanik tuf dari Kecamatan Karang Asem (Totok et al,

2000), dan kode contoh TS dari Warung Kiara Sukabumi hampir lebur. Berdasarkan hasil uji bakar ini diketahui bahwa tuf dapat berfungsi sebagai pelebur dengan kandungan bahan pelebur seperti  $K_2O$ ,  $Na_2O$ , dan  $CaO$ . Untuk tuf Warung Kiara Sukabumi kandungan bahan pelebur relatif lebih rendah dibandingkan dengan tuf Maja. Walaupun demikian, kedua jenis tuf Maja Majalengka maupun tuf Warung Kiara Sukabumi masih dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan badan keramik *stoneware* yang berfungsi sebagai bahan pelebur.

#### Analisis Kimia

Hasil analisis kimia contoh tuf Warung Kiara dan tuf Maja yang digunakan sebagai bahan tambahan untuk pembuatan bodi *stoneware*, adalah sebagai tampak pada Tabel 3.

Data hasil analisis kimia contoh tuf Warung Kiara dan tuf Maja kemudian dihitung analisis kuantitatif percontoh tuf terhadap komposisi mineral seperti tercantum pada Tabel 4.



a. Hasil Uji Bakar Contoh Tuf (TS).

b. Hasil Uji Bakar Contoh Tuf (TM).

Gambar 2. Foto hasil uji bakar pada suhu 1.400° C.

Tabel 3. Analisis kimia contoh tuf Warung Kiara dan tuf Maja.

Komponen (wt %)	Tuf Warung Kiara Sukabumi (TS)	Tuf Maja Majalengka (TM)	Metode Analisis
SiO <sub>2</sub>	68,11	70,17	Gravimetri
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,62	16,73	Titrasi
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,13	0,17	AAS
CaO	2,24	1,12	AAS
Na <sub>2</sub> O	2,21	2,21	AAS
K <sub>2</sub> O	0,19	0,38	AAS
HilangPijar	5,86	4,42	Gravimetri

Hasil analisis kimia (Tabel 3) menunjukkan bahwa kadar unsur K<sub>2</sub>O dan Na<sub>2</sub>O kurang dari 3%, sehingga titik leburnya lebih tinggi dibandingkan dengan felspar murni yang komponen bahan peleburnya mencapai lebih dari

Dari Tabel 5 memperlihatkan bahwa bahan tuf Warung Kiara dan tuf Maja sama-sama mengandung mineral felspar yang fungsinya sebagai bahan pelebur, dan mineral lempung yang fungsinya sebagai bahan pengikat atau

Tabel 4. Komposisi mineral kuantitatif percontoh tuf.

Jenis Bahan	Mineral Lempung (%)	Kandungan Felspar (%)	Kandungan Silika (%)
Tuf Sukabumi	40,53	14,61	40,09
Tuf Majalengka	35,24	15,28	43,72

Satuan % berat

6%, bahkan ada yang mencapai 10 % (Marques, *et al.*, 2008). Perhitungan komposisi mineral berdasarkan analisis kuantitatif (Tabel 4) menunjukkan bahwa kandungan felsparnya juga rendah yaitu antara 14-15%, sehingga titik leburnya tidak seperti felspar Lodoyo yang kandungan felsparnya sekitar 62%. Kandungan mineral felspar seperti tersebut di atas bisa juga diperoleh dari proses pengolahan batuan granite (El-Omla dan Shata, 2009), dan juga dari abu batu granodiorit yang berfungsi sebagai pelebur (Sultana *et al.*, 2015).

#### Analisis Mineralogi

Analisis mineralogi contoh tuf Warung Kiara dan tuf Maja dilakukan dengan menggunakan X-Ray, hasil analisis menunjukkan bahwa tuf Warung Kiara dan Maja dapat digunakan sebagai bahan baku badan *stoneware* (Tabel 5).

"binder" (Dondi *et al.*, 1999). Percontoh tuf Maja tidak mengandung lempung (Gambar 3), sedangkan tuf Warung Kiara mengandung lempung monmorilonit (Gambar 4).

Menurut Gambar 3 dan 4, kedua jenis bahan tuf tersebut di atas mengandung mineral felspar, dengan demikian tuf ini dapat berfungsi sebagai pelebur dan juga sebagai bahan pengisi karena mengandung mineral kuarsa. Untuk bahan plastisnya perlu ditambahkan bahan lempung dalam pembuatan komposisi bodi keramik.

#### Kuat Lentur

Hasil uji kuat lentur terhadap benda uji badan keramik yang dibuat dari bahan tuf Warung Kiara Sukabumi dan tuf Maja Majalengka dapat dilihat pada grafik kuat lentur dalam satuan Mpa (Gambar 5 dan 6).

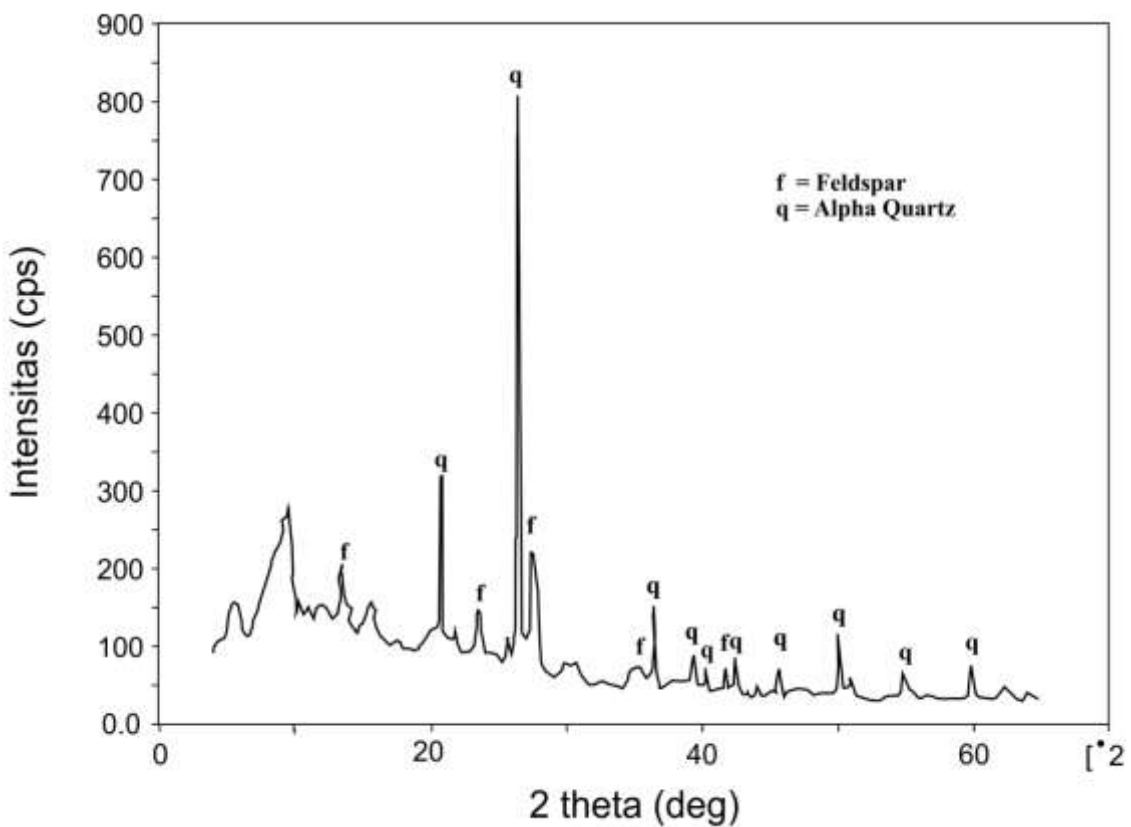
Tabel 5. Hasil analisis mineral tuf Warung Kiara dan tuf Maja.

Kode bahan	Jenis Bahan	Kandungan Mineral
TS	Tuf Warung Kiara	Felspar, <i>montmorillonite</i> , $\alpha$ -quartz, <i>crystalite</i>
TM	Tuf Maja	Felspar, $\alpha$ -quartz

Dengan memperhatikan Gambar 5 dan 6 diketahui bahwa nilai kuat lentur bodi keramik yang menggunakan tuf Warung Kiara Sukabumi dan tuf Maja Majalengka pada suhu bakar 1.300°C menurun, hal ini disebabkan karena kandungan silika tinggi, sehingga bodi keramik setelah dibakar 1.300°C membentuk fasa gelas cukup banyak, yang mengakibatkan nilai kuat lenturnya mengalami penurunan (Dondi *et al.*, 1999; Chakraborty *et al.*, 2000).

Dengan demikian suhu *sinter* optimum untuk bodi keramik dari tuf Warung Kiara Sukabumi dan tuf Maja Majalengka cukup pada temperatur 1250°C.

Menurut SNI 15-1327-89, pernyataan angka kuat lentur paling rendah untuk jenis bodi *stoneware* adalah 25 Mpa (Rifki *et al.*, 2007). Berdasarkan persyaratan ini maka tuf Warung Kiara Sukabumi dan tuf Maja Majalengka memenuhi syarat untuk komposisi bodi keramik *stoneware* dengan suhu pembakaran 1.250-1.300°C. Berdasarkan komposisi bodi keramik yang diteliti, komposisi terbaik yang diperoleh yaitu tuf Warung Kiara Sukabumi dengan kode contoh TS1 dan tuf Maja Majalengka dengan kode contoh TM4, dimana komposisi ini dapat dikembangkan untuk pembuatan prototip seperti vas bunga, asbak dan tempat pensil.

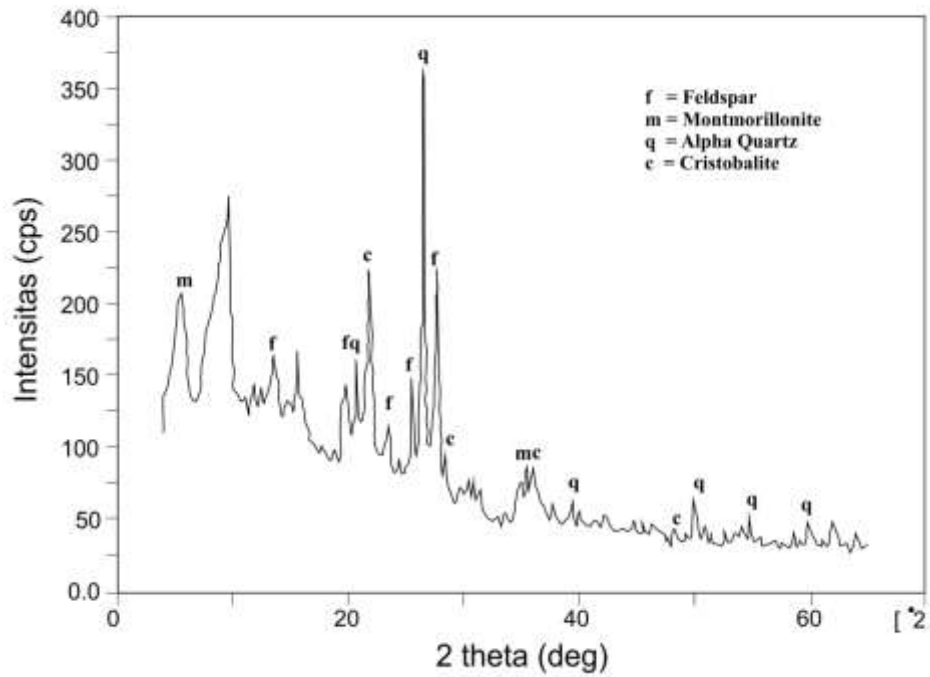


Gambar 3. Gtafik difraktogram tuf Maja, Majalengka.

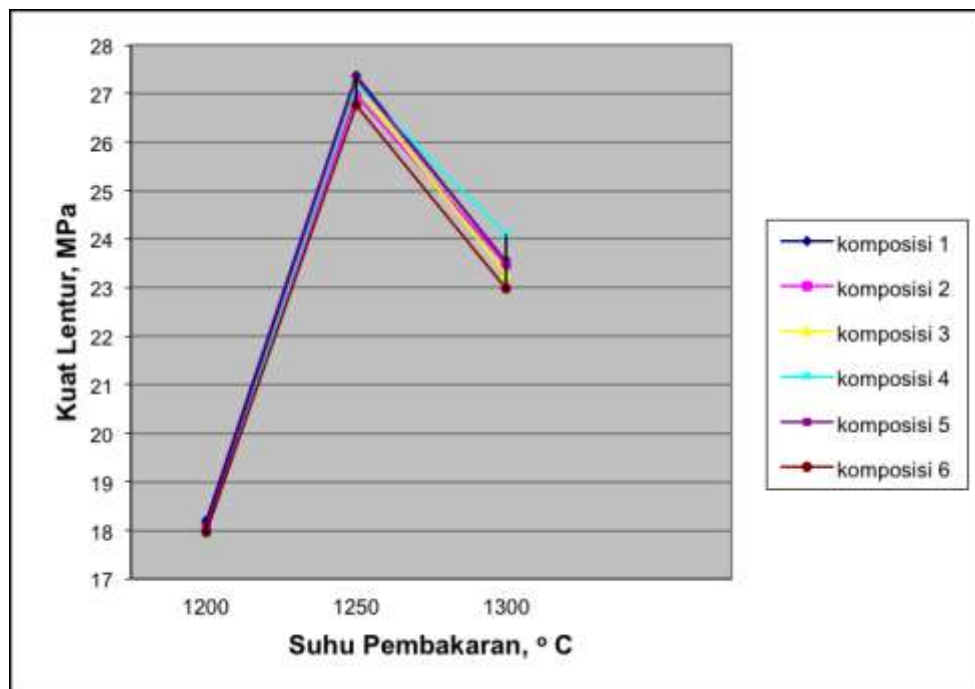
### Susut Jumlah dan Penyerapan Air

Hasil uji susut jumlah dan penyerapan air badan *stoneware* yang dibuat dari bahan tuf Sukabumi dan tuf Majalengka yang dibakar pada suhu 1.200°C, 1.250°C dan 1.300°C kemudian dibuat

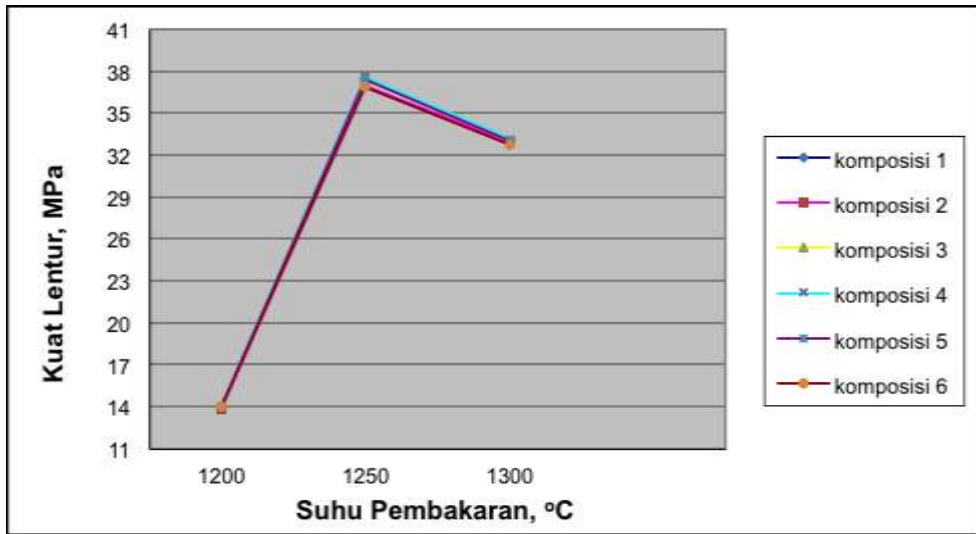
grafik susut jumlah (Gambar 7 dan 8), dan grafik penyerapan air dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10.



Gambar 4. Grafik difraktogram tuf Warung Kiara, Sukabumi.



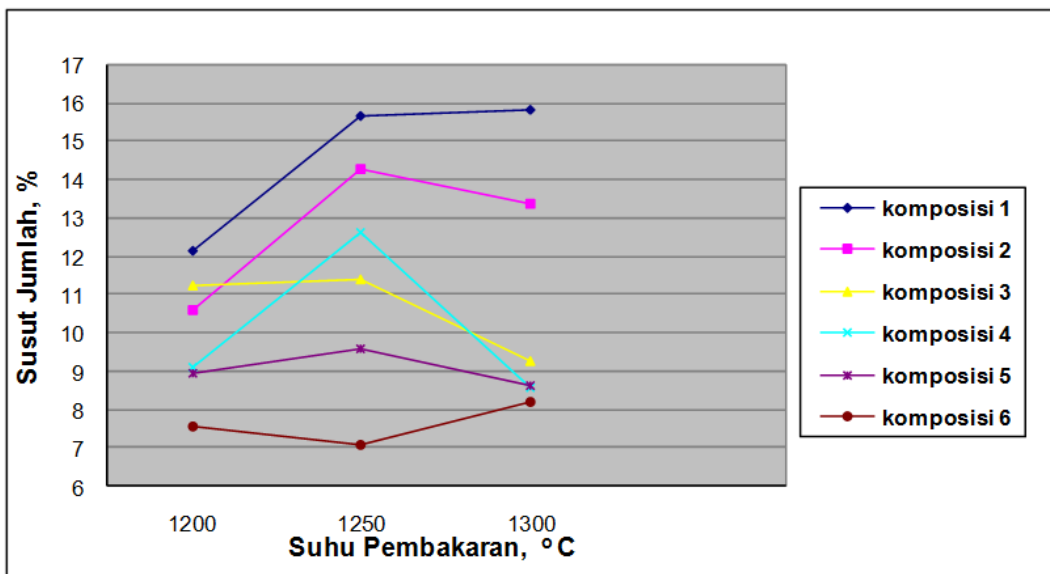
Gambar 5. Kuat lentur bodi tuf Warung Kiara, Sukabumi.



Gambar 6. Kuat lentur bodi tuf Maja, Majalengka.

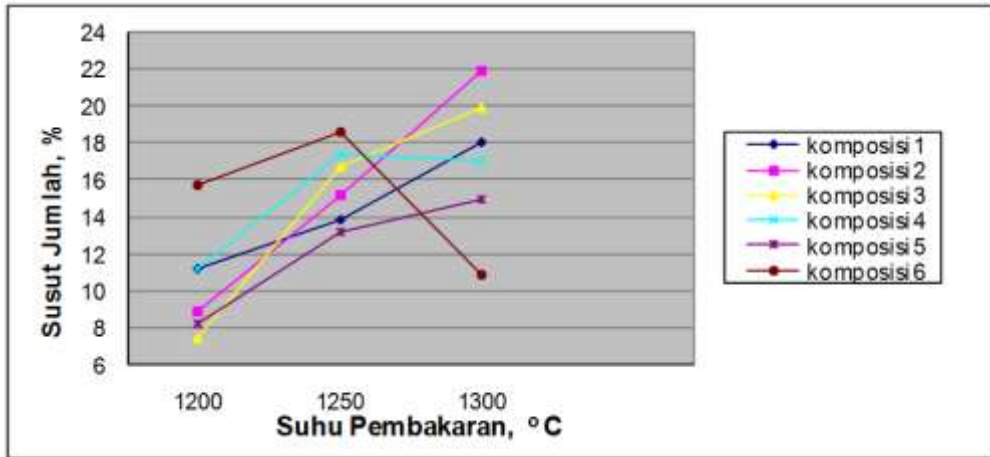
Dari Gambar 7 nampak bahwa badan keramik yang menggunakan tuf Maja Majalengka ternyata makin tinggi suhu pembakaran, akan semakin besar pula nilai susutnya terkecuali untuk yang komposisi 6. Badan keramik yang menggunakan tuf Warung Kiara Sukabumi (Gambar 8) nilai susutnya bervariasi pada suhu bakar 1.300°C, dan pada suhu bakar 1.250°C nilai susutnya tinggi. Hal ini disebabkan karena bahan tuf Sukabumi mengandung mineral lempung montmorilonit yang dapat mengalami pengembangan setelah pembakaran di atas 1.250°C.

Dari Gambar 9, grafik memperlihatkan bahwa badan keramik yang menggunakan tuf Maja Majalengka bila dibakar pada suhu yang semakin tinggi, semakin rendah nilai penyerapan airnya, kecuali yang menggunakan tuf Warung Kiara Sukabumi (Gambar 8). Hal ini terjadi karena adanya perubahan mikrostruktur secara sempurna pada suhu bakar yang makin tinggi, seperti berkurangnya porositas bodi keramik akibat dari proses sintering, dimana dalam proses ini terjadi *vitrifikasi* dan perubahan fasa kristal (Ibrahim et al, 2006).

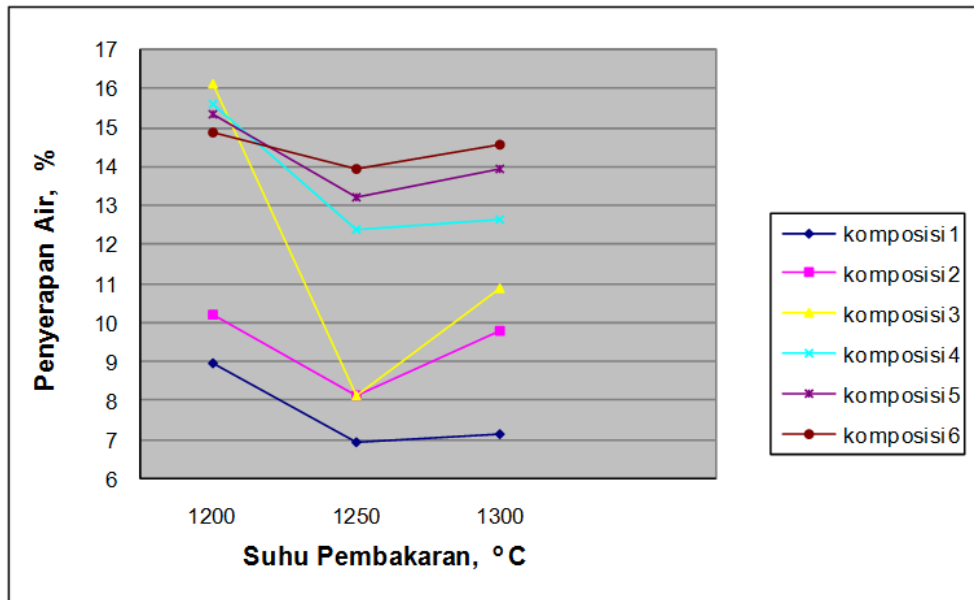


Gambar 7. Susut jumlah bodi tuf Maja, Majalengka

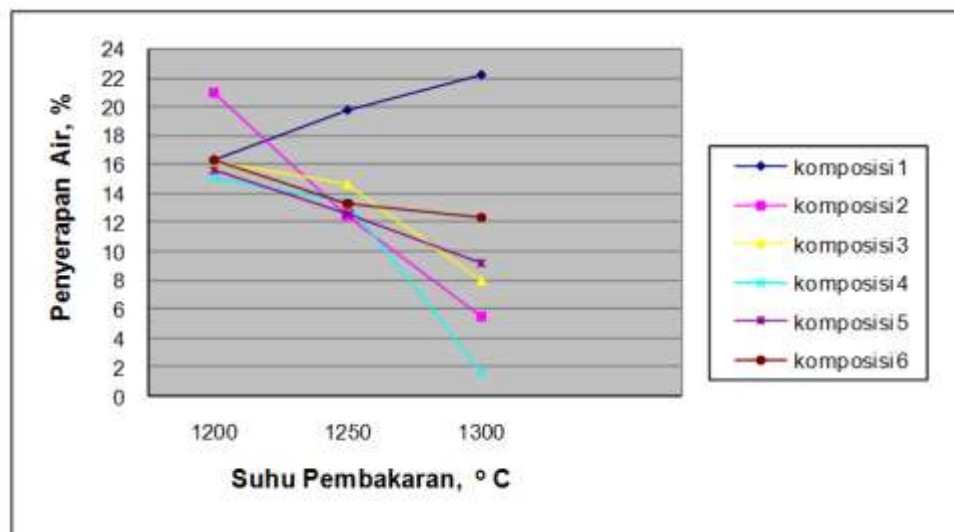




Gambar 8. Susut jumlah bodi tuf Warung Kiara, Sukabumi



Gambar 9. Penyerapan air bodi tuf Warungkiara, Sukabumi.



Gambar 10. Penyerapan air bodi tuf Maja, Majalengka.

Untuk bodi keramik dari tuf Majalengka komposisi 4 (TM4) setelah mengalami pembakaran dari suhu 1.250°C hingga 1.300°C nilai penyerapan airnya menurun secara signifikan, karena kandungan felspar di dalam bahan tuf tersebut relatif tinggi. Tingginya kandungan felspar menyebabkan proses *sintering* berlangsung relatif singkat sehingga pada perubahan suhu bakar dari 1.250°C menjadi 1.300°C bodi keramik cenderung mengalami *vitriifikasi* secara cepat yang berakibat terjadi proses pemadatan dengan sempurna. *Vitriifikasi* adalah derajat pematangan suatu bodi keramik setelah mengalami pembakaran pada suhu tertentu, sehingga bodinya menjadi padat (Boch and Niepce, 2007).

Ditinjau dari angka penyerapan air, badan keramik jenis *stoneware* harus mempunyai penyerapan air paling tinggi 10% (Dondi *et al.*, 1999). Berdasarkan persyaratan ini maka komposisi badan keramik yang memenuhi syarat adalah komposisi 1, 2 dan 3 untuk tuf Warung Kiara Sukabumi, dan komposisi 2, 3, 4 dan 5 untuk tuf Maja Majalengka.

## KESIMPULAN

Bahan baku tuf dari daerah Warung Kiara Sukabumi (TS) dan Maja Majalengka (TM) Propinsi Jawa Barat mengandung mineral felspar kadar rendah yakni 13,34-15,28%, namun masih bisa digunakan untuk pembuatan bodi keramik jenis *stoneware* yang jumlah penggunaannya sekitar 10-30% tuf. Dari segi penyerapan air terhadap bodi *stoneware* maksimal 10%, maka komposisi yang memenuhi syarat adalah komposisi bodi kode TS1 dan TS2 yang menggunakan tuf antara 10-20% pada suhu bakar 1.200-1.300°C, dan komposisi bodi kode TM2 s/d TM5 yang menggunakan tuf antara 10-30%. Nilai penyerapan air terkecil dengan suhu bakar 1.300°C adalah kode TM4, yaitu sebesar 1,71%. Komposisi bodi *stoneware* yang terbaik bila dilihat dari nilai kuat lenturnya adalah komposisi TS1 dan TM4 yang besarnya masing-masing 27,38 MPa dan 37,57 MPa dengan suhu pembakaran 1.250°C.

Bahan baku tuf Warung Kiara Sukabumi dan Maja Majalengka Jawa Barat dapat digunakan sebagai bahan alternatif terhadap felspar yang selama ini digunakan oleh industri keramik yang jumlah cadangannya semakin berkurang. Suhu

pembakaran bodi *stoneware* yang menggunakan bahan baku tuf Warung Kiara Sukabumi dan Maja Majalengka Jawa Barat masih bisa diturunkan sampai 1.200°C dengan cara mencampurkan felspar yang memiliki titik lebur rendah (<1.250°C) seperti felspar Lodoyo.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya makalah ilmiah ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Aristianto, MMB atas arahnya dan Bapak Purwancoko atas bantuannya selama penelitian di laboratorium keramik konvensional. Terima kasih kepada redaksi Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan atas diterbitkannya makalah ini juga kepada mitra bestari yang telah memberi masukan untuk perbaikan tulisan ini

## DAFTAR PUSTAKA

- Boch, P., and Niepce, J. C., 2007. Ceramic Materials: Processes, Properties, and Applications. ISTE Ltd., London, WIT 5 DX, United Kingdom, 563p.
- Chakraborty, A.K., Sojetra, B.G., Maiti, K.N., 2000. Effect of Substitution of Quartz by Rajpardi Silica Sand On The Thermomechanical Properties of Conventional Ceramics. *Interceram*, 49 (3), 152-157.
- Dondi, M., Ercolani, G., Mingazzini, C., Marsidi, M., 1999. The Chemical Composition of Porcelain Stoneware Tiles and Its Influence on Microstructural And Mechanical Properties. *Interceram*, 48 (2), 268-277.
- El-Omla, M. dan Shata, S., 2009. Recovery of Feldspar Raw Material from Granite Rocks for Ceramic and Porcelain Industries, *Whitewares*. *Interceram*, 58 (6), 132-136.
- Ibrahim, D.M., Aly, M.H., El-Fadaly E., 2006. Evaluation of Plagioclase Minerals For Use In Ceramic Bodies. *Interceram*, 55(2), 76-79.
- Marques, J.M., Rincon Lopez, J., and Romero, M., 2008. Effect of firing temperature on sintering of porcelain stoneware tiles. *Ceramics Internacional*, 34, 1867-1873.
- Ociepa, Z., Slosarczyk, A., 1995. Porphury Tuff as A Raw Material for the Ceramic Industry. *Interceram*, 37(6), 9-14.

- Rifki, S., Nuryanto, Subari, 2007. Karakterisasi Lempung Tanjung Beringin Sumatera Utara dan Pemanfaatannya Untuk Badan Keramik Stoneware. *Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia*, 16(1), 26-35.
- Slosarczyk, A., dan Dziob, Z., 1993. Porphyry Tuff A New Raw Material For The Ceramic Industry. *Interceram*, 42, 76-82.
- Sultana, M.S., Ahmed, A.N., Zaman, M.N., Rahman, M.A., Biswas, P.K., Nandi, P.K., 2015. Utilization of hard rock dust with red clay to produce roof tiles. *Journal of Asian Ceramic Societies*, 3(1), 22-26.
- Totok, N., Komang Nelly, S., Subari, 2000. Penerapan Breksi Vulkanik Tuf Desa Subagan Kecamatan Amplapura Kabupaten Karang Asem Propinsi Bali Sebagai Bahan Glasir, *Prosiding Pengolahan Mineral Industri, Puslitbang Teknologi Mineral*, 190-198.