

PENGARUH SUHU SINTERING TERHADAP SIFAT MEKANIK KERAMIK BERBAHAN LEMPUNG DAN ABU SEKAM PADI

Sadang Husain¹, Ninis Hadi Haryanti¹, Tetti Novalina Manik¹

Abstract. A study about the influence of sintering temperature on mechanical properties of ceramics has been done using clay and rice husk ash. Limitation of mechanical properties tested is the compressive strength. This is done in order to determine the effect of variation of sintering temperature to compressive strength of ceramic with clay and rice husk ash. In addition, the calculation of fuel density and shrinkage also performed in this study. Variation in the composition of clay and rice husk ash is made to see the maximum composition of these materials. The result shows that the density of the ceramic material on the composition of clay and rice husk ash volume 100: 0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, and 50:50 are 2,14; 2,01; 1,98; 1,88; 1,84; and 1,78 g / cm³ respectively. Shrinkage of ceramic material has ranges between 3,4% -11,4%. The value of maximum compressive strength of clay and rice husk ash ceramic at 700°C, 800°C, and 900°C sintering temperature are 115,58; 115,58, and 128,42 kg / cm³. This value conforms the standard if used for bricks. The greater the sintering temperature, the higher the compressive strength of the ceramic. The best composition of clay and rice husk ash is 70:30. This ceramic can be used as building material, especially in the swampy area because it has a lighter weight.

Keywords: *Ceramics, Clay, Rich husk ash, compressive strength*

Pendahuluan

Keramik merupakan suatu material yang dibentuk melalui proses pemanasan. Bahan keramik biasanya terbentuk dari unsur logam dan non logam. Dewasa ini, keramik menjadi material yang banyak digunakan mulai dari alat-alat dapur, komponen elektronik, komponen transportasi, bahan bangunan, dan lain-lain. Karena kegunaan tersebut, keramik menjadi material penting untuk terus dikaji dan dikembangkan.

Lempung dan abu sekam padi merupakan bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan keramik.

Lempung banyak mengandung senyawa Fe₂O₃, Al₂O₃, SiO₂, dan lain lain. Senyawa ini merupakan pembentuk material keramik (Sugihartono n.d.). Akan tetapi setiap lempung memiliki kandungan senyawa tersebut dalam jumlah yang bervariasi. Sementara itu, sekam padi banyak mengandung senyawa SiO₂ (silika).

Beberapa penelitian (Saravanan et al. (2013), Riza (2011), Sousa et al. (2009), Mohan et al. (2012)), mengungkapkan bahwa sekam padi mengandung silika dengan kadar yang tinggi yaitu berkisar 80–96% dari

¹Program Studi Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat
Email:sadanghusain@unlam.ac.id

berat abu sekam. Silika sekam padi bersifat amorf, memiliki kekuatan mekanik yang tinggi dan memiliki daya tahan yang tinggi terhadap bahan kimia (Daifullah *et al.* 2003).

Mohan *et al.* (2012) telah meneliti campuran lempung dan abu sekam padi untuk mengetahui kuat tekan dari batu bata tersebut, hasilnya, didapatkan bahwa perbandingan 30:70 antara sekam padi dan lempung menjadi campuran yang terbaik untuk kuat tekan batu bata. Lempung dan sekam padi ini cukup banyak di daerah Kalimantan Selatan. Lempung mudah didapatkan di lahan-lahan bekas tambang misalnya di daerah bekas tambang intan, di daerah bekas tambang batu bara tanah laut, dan daerah bekas tambang lainnya atau di lahan-lahan pertanian/perkebunan. Selama ini, lempung banyak digunakan sebagai bahan untuk membuat batu bata, bahan tembikar, bahan untuk membuat lantai keramik.

Sementara itu, data yang diperoleh Badan Statistik Pusat tercatat bahwa pada tahun 2013 produksi padi di daerah Kalimantan Selatan sebanyak 1,864,776.39 ton (Badan Pusat Statistik 2013). Sekitar 20% dari padi, akan menghasilkan sekam padi atau sekitar 372,955.28

ton sekam padi. Bahan residu ini biasanya hanya digunakan untuk bahan pembakaran batu bata, sebagai media tanam, dan lain-lain. Namun, hal tersebut belum cukup untuk menggunakan semua sekam padi tersebut. Penelitian ini fokus pada variasi suhu sintering keramik, dan variasi komposisi lempung dan abu sekam padi.

Keramik

Keramik adalah material anorganik dan *non-metal*. Umumnya keramik adalah senyawa antara logam dan non logam. Untuk mendapatkan sifat-sifat keramik biasanya diperoleh dengan pemanasan pada suhu tinggi. Keramik pada umumnya digolongkan menjadi keramik tradisional dan keramik modern. Keramik tradisional biasanya dibuat dari tanah liat. Contoh: porselen, bata ubin, gelas dll. Keramik modern mempunyai ruang lingkup lebih luas dari keramik tradisional dan mempunyai efek luas pada kehidupan manusia seperti pemakaian pada bidang elektronik, komputer, komunikasi, *aerospace* dll. Secara umum keramik memiliki sifat-sifat rapuh, konduktivitas listrik dan termal yang rendah, kuat tekan lebih besar daripada kuat tarik, dan tidak

peka terhadap reaksi kimia (Carter and Norton 2007).

Lempung

Lempung atau disebut juga tanah liat merupakan suatu zat yang terbentuk dari partikel-partikel yang sangat kecil terutama dari mineral-mineral yang disebut Kaolinit, yaitu persenyawaan dari oksida alumina (Al_2O_3), dengan oksida Silika (SiO_2) dan Air (H_2O). Lempung dalam ilmu kimia termasuk Hidrosilikat Alumina, yang dalam keadaan murni mempunyai rumus: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Secara umum kandungan lempung terangkum pada

Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Lempung

Komposisi kimia	Nilai (% berat)
SiO_2	60,67 – 67,0
Al_2O_3	15,18 – 26,0
Fe_2O_3	2,9 – 7,83
CaO	0,11 – 0,79
Na_2O	0,07 – 0,56
K_2O	2,1 – 3,55
MnO	0,01 – 0,22
TiO_2	0,97 – 1,18
MgO	1,1 – 1,2
P_2O_5	0,036 - 0,805
SO_3	0,47 – 0,55
BaO	0,11
ZnO	0,01
ZrO	0,01

(Sultana *et al.* 2014), (Johari *et al.* 2011), (Sutas *et al.* 2012).

Lempung terdiri dari dua jenis yaitu lempung primer dan lempung

sekunder. Yang disebut lempung primer (residu) adalah jenis lempung yang dihasilkan dari pelapukan batuan feldspatik oleh tenaga endogen yang tidak berpindah dari batuan induk. Selain tenaga air, tenaga uap panas yang keluar dari dalam bumi mempunyai andil dalam pembentukan lempung primer. Lempung primer cenderung berbutir kasar, tidak plastis, daya leburnya tinggi dan daya susutnya kecil. Karena tidak tercampur dengan bahan organik seperti humus, ranting atau daun busuk dan sebagainya, maka lempung berwarna putih atau putih kusam. Pada umumnya lempung primer bersifat tahan api. Suhu matang berkisar antara 1300°C s/d 1750°C (Sugihartono).

Lempung sekunder atau sediment adalah jenis lempung hasil pelapukan batuan feldspatik yang berpindah jauh dari batuan induknya karena tenaga eksogen, dan dalam perjalanan bercampur dengan bahan-bahan organik maupun anorganik sehingga merubah sifat-sifat kimia maupun fisika lempung tersebut. Jumlah lempung sekunder lebih banyak dari lempung primer. (Sugihartono).

Kehadiran berbagai Oksida logam seperti besi, nikel, titan, mangan dan sebagainya, dari sudut ilmu keramik dianggap sebagai bahan pengotor.

Bahan organik seperti humus dan daun busuk juga merupakan bahan pengotor lempung. Karena pembentukannya melalui proses panjang dan bercampur dengan bahan pengotor, maka lempung mempunyai sifat: berbutir halus, berwarna krem/abu-abu/coklat/merah jambu, suhu matang antara 900°C s/d 1400°C. Pada umumnya lempung sekunder lebih plastis dan mempunyai daya susut yang lebih besar daripada lempung primer. Setelah dibakar, warnanya menjadi lebih terang dari krem muda, abu-abu muda ke coklat. Semakin tinggi suhu bakarnya semakin keras dan semakin kecil porositasnya, sehingga benda keramik menjadi kedap air. Dibanding dengan lempung primer, lempung sekunder mempunyai ciri tidak murni, warna lebih gelap, berbutir halus dan mempunyai titik lebur yang relatif rendah. Setelah dibakar biasanya warna krem, abu-abu muda, coklat muda ke tua (Sugihartono).

Sekam Padi

Sekam padi merupakan kulit yang membungkus biji padi (beras). Sekam padi merupakan produk samping yang melimpah dari hasil penggilingan padi, dan selama ini hanya digunakan sebagai bahan bakar untuk pembakaran

batu merah, pembakaran untuk memasak atau dibuang begitu saja. Sekam padi pada umumnya berwarna kekuning-kuningan. Beberapa sekam padi berwarna putih, coklat mudah, atau coklat kemerahan. Massa jenis sekam padi berkisar 0,67–0,74 g/cm³. Sekam padi merupakan bahan isolator yang sangat baik (Luh 1991). Penanganan sekam padi yang kurang tepat akan menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan (Putro and Prasetyoko, 2007).

Tabel 2. Komposisi senyawa kimia abu sekam padi

Komposisi kimia	Nilai (% berat)
SiO ₂	82,40 – 94,95
Al ₂ O ₃	0,13 – 2,54
Fe ₂ O ₃	0,03 – 0,67
CaO	0,54 – 2,42
Na ₂ O	0,25 – 0,77
K ₂ O	0,94 – 4,70
MnO	0,16 – 0,59
TiO ₂	0,01 – 0,02
MgO	0,44 – 1,80
P ₂ O ₅	0,74 – 3,30

Kandungan sekam padi hampir sama ketika melalui pembakaran dalam bentuk abu. Padi yang digiling biasanya menghasilkan sekam padi sekitar 20% dari berat total padi. Komposisi senyawa kimia abu sekam padi seperti terlihat pada Tabel 2 ((Foletto *et al.*, 2006) (Habeeb and Mahmud, 2010)

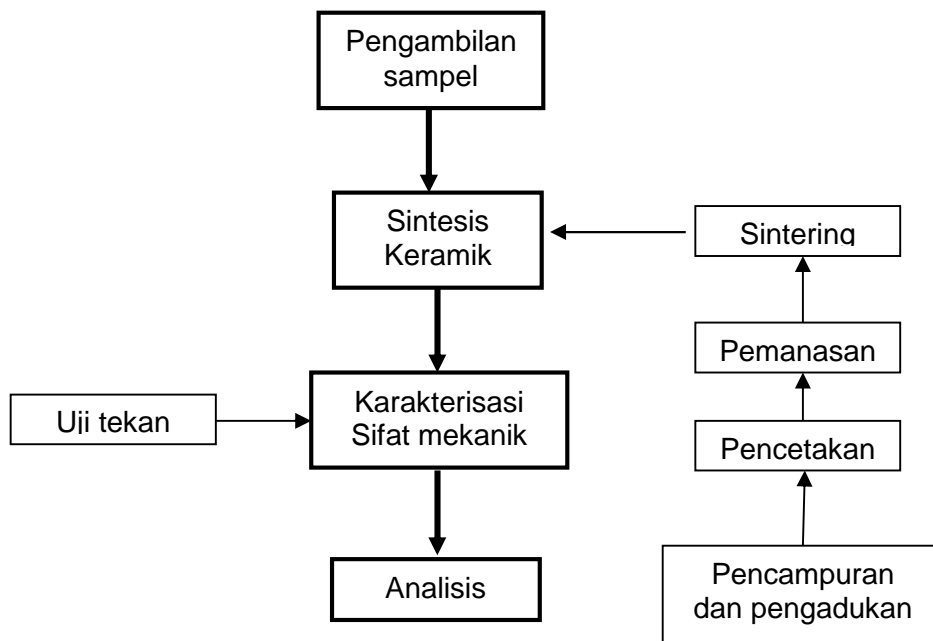
(Della *et al.*, 2002) (Johari *et al.*, 2011)
(Brooks, 2009) (Hegazy *et al.*, 2012).

Kuat Tekan

Kuat tekan (*compressive strength*) adalah salah satu sifat mekanik bahan. Kuat tekan didapatkan dari gaya F yang diberikan pada bahan dibagi dengan luas bidang tekan A_0 . Gaya ini akan menekan bahan sepanjang arah tekan. Kuat tekan dalam satuan psi (*pounds per square inch*), Pa (*Pascal*), atau satuan lain seperti kg/cm^3 , N/mm^3 . Alat uji tekan memberikan informasi mengenai gaya yang diberikan dan luas permukaan tekan dihitung sesuai sampel yang digunakan. (Callister and Rethwisch, 2009).

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Sekam padi dibersihkan dari zat pengotor kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 12 jam. Setelah dijemur, sekam tersebut dibakar hingga semua menjadi abu. Pembakaran menggunakan alat cerobong asap yang dilubangi dindingnya. Lempung yang telah diambil, lalu dicuci bersih, dan diangin-anginkan hingga kadar airnya berkurang (bisa dibentuk). Bahan digerus untuk mendapatkan ukuran butir yang seragam.



Gambar 1. Alur Penelitian

Pembuatan keramik dalam perbandingan lempung dan abu sekam penelitian ini menggunakan padi yaitu: 100:0; 90:10; 80:20; 70:30;

60:40; 50:50. Kedua bahan dicampur rata lalu dicetak menggunakan cetakan *pellet*. Masing-masing sampel dibuat sebanyak tiga buah. *Pellet* dipanaskan pada suhu ruang selama 24 jam untuk menghilangkan kadar air pada pellet. Selanjutnya, pellet tersebut dipanaskan pada suhu 300°C selama 3 jam. Setelah dipanaskan, pellet disintering masing-masing pada suhu 700°C, 800°C, dan 900°C selama penahanan 3 jam.

Sampel yang telah dikeringkan ditimbang massanya. Massa ini disebut sebagai massa kering (*m*). Perlakuan dilanjutkan dengan mengukur ketebalan *pellet* (*t*). Diameter cetakan 3 cm. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui massa jenis dari variasi campuran yang telah dibuat.

Sampel keramik (setelah dipanaskan pada suhu 700°C, 800°C, 900°C) ditimbang kembali untuk mengetahui massanya. Perlakuan ini untuk mengetahui persentase susut bakar dari bahan. karakterisasi uji tekan mekanik menggunakan alat uji mekanik yang ada di Laboratorium Fisika FMIPA, ULM. Pengukuran dilakukan dengan meletakkan sampel pada alat uji, kemudian ditekan sehingga bagian permukaan keramik rusak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Massa Jenis Keramik

Pengukuran ini dilakukan untuk melihat pengaruh abu sekam padi terhadap massa jenis keramik. Hasil pengukuran ini didapatkan dari rata-rata sampel yang dibuat. Hasil Pengukuran ditampilkan seperti pada Tabel 3. Massa jenis material menandakan berat ringannya material tersebut. Massa jenis yang lebih besar dapat dikatakan bahwa material tersebut lebih berat dari massa jenis yang lebih kecil. Ketika keramik ini digunakan untuk bahan bangunan, maka sangat berguna informasi tentang massa jenis ini.

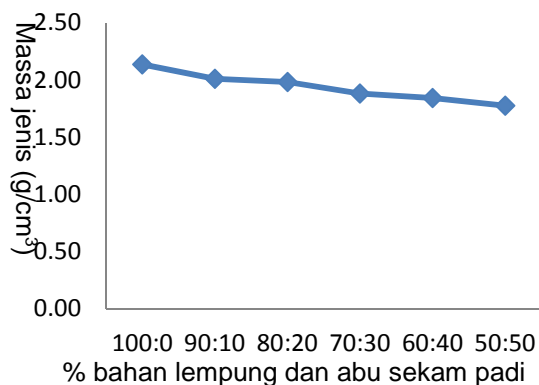
Tabel 3. Massa jenis bahan keramik

No	% Sampel (lempung :abu sekam padi)	Massa jenis (g/cm ³)
1.	100 : 0	2,14
2.	90 : 10	2,01
3.	80 : 20	1,98
4.	70 : 30	1,88
5.	60 : 40	1,84
6.	50 : 50	1,78

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan bahwa massa jenis lempung sebesar 2,14 g/cm³. Penambahan sekam padi mempengaruhi massa jenis dari bahan keramik bahan abu sekam padi dan lempung. Semakin besar persentase abu sekam padi dalam bahan, maka semakin kecil massa jenis campuran

bahan keramik tersebut. Massa jenis abu sekam padi yang lebih kecil dibandingkan lempung menyebabkan massa jenis menurun ketika campuran abu sekam padi bertambah dalam bahan.

Gambar 2 memperlihatkan grafik hubungan jumlah abu sekam padi dalam bahan paduan lempung dan abu sekam padi.



Gambar 2. Massa jenis keramik pada campuran lempung dan abu sekam padi

Susut Bakar Keramik

Susut bakar keramik setelah disintering dimaksudkan untuk mengetahui penyusutan massa bahan setelah disintering (dibakar) pada suhu 700°C, 800°C, dan 900°C. Persamaan susut bakar keramik sebagai berikut:

$$\%M_{bk} = \frac{M_k - M_{bk}}{M_k} \times 100\% \quad (1)$$

dengan M_{bk} sebagai massa setelah dibakar, M_k sebagai massa sebelum dibakar (massa kering). Nilai susut bakar diperlihatkan pada Tabel 4. Tabel

4 menunjukkan bahwa terjadi penyusutan massa pada semua sampel. Penyusutan diakibatkan oleh proses sintering yang menyebabkan partikel dalam bahan lebih rapat dan membentuk ikatan baru antara lempung dan abu sekam padi. Namun, penelitian ini tidak menghasilkan hubungan yang linear antara persentase campuran dengan penyusutan yang terjadi.

Tabel 4. Nilai susut bakar (M_{bk})

Persentase bahan (lempung:abu)	M_{bk} (%)		
	700 °C	800 °C	900 °C
100:0	9,1	4,5	4,5
90:10	11,4	11,8	6,1
80:20	6,9	9,7	9,7
70:30	10,3	10,3	3,4
60:40	7,4	7,4	4,0
50:50	9,1	4,2	4,2

Persentase susut bakar dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain kandungan air pada sampel kering, homogenitas ukuran butir pada sampel, dan pengadukan sampel. Susut bakar berkisar antara 3,4%-11,4%. Nilai ini lebih besar dari nilai susut bakar keramik yang baik yaitu maksimal 2,5%.

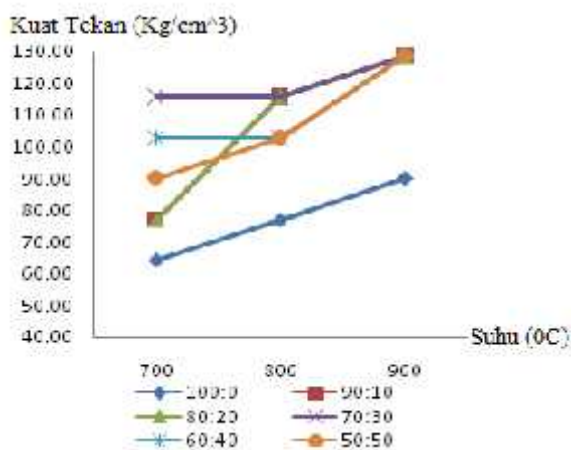
Perhitungan Kuat Tekan Keramik

Nilai kuat tekan keramik menunjukkan bahwa ada pengaruh

suhu sintering terhadap kuat tekan keramik berbahan lempung dan abu sekam padi seperti ditunjukkan pada Tabel 5. Hampir pada semua variasi campuran, terjadi hubungan berbanding lurus antara suhu sintering dan kuat tekan pada keramik tersebut. Semakin besar suhu sintering, semakin besar kuat tekan keramik yang dihasilkan (**Gambar 3**).

Tabel 5. Nilai Kuat Tekan Keramik

Lempung:Abu sekam padi	Kuat tekan (kg/cm ³)		
	700°C	800°C	900°C
100:0	64,20	77,05	89,89
90:10	77,05	115,58	128,42
80:20	77,05	115,58	128,42
70:30	115,58	115,58	128,42
60:40	102,74	102,74	128,42
50:50	89,89	102,74	128,42



Gambar 3. Grafik hubungan suhu sintering terhadap kuat tekan keramik

Keramik paduan lempung dan abu sekam padi menghasilkan kuat tekan maksimal pada campuran 70:30. Ini

sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Mohan et al., 2012) yang menyatakan bahwa campuran 70:30 merupakan campuran dengan kuat tekan terbesar.

Hasil kuat tekan keramik tersebut jika digunakan sebagai batubata, masih memenuhi standar kekuatan tekan rata-rata yang ditetapkan (SII-0021-1978). Kekuatan tekan rata-rata menurut SII-0021-1978 seperti terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kekuatan tekan rata-rata batu bata sesuai standar

Kelas	Kekuatan tekan rata-rata batu bata		Koefisien variasi izin (%)
	Kg/cm ²	N/mm ²	
25	25	2,5	25
50	50	5,0	22
100	100	10,0	22
150	150	15,0	15
200	200	20,0	15
250	250	25,0	15

Sumber: (PEDC 1983)

Keramik paduan lempung dan abu sekam padi ini dapat diaplikasikan sebagai bahan bangunan. Memiliki berat yang lebih ringan, memungkinkan untuk dipergunakan sebagai bahan bangunan rumah daerah rawa. Dengan berat yang ringan tersebut, menyebabkan tanah pondasi pada daerah rawa tidak mengalami gaya yang besar jika dibandingkan dengan

penggunaan batako atau tanah liat murni sehingga tidak merusak lingkungan lahan rawa. Kalimantan Selatan memiliki daerah rawa yang cukup luas yang memungkinkan membutuhkan bahan bangunan yang lebih ringan. Penelitian sebagai dasar untuk pengembangan material ringan yang salah satunya sebagai bahan bangunan.

KESIMPULAN

Suhu sintering mempengaruhi kuat tekan keramik berbahan lempung dan abu sekam padi. Semakin besar suhu sintering, semakin kuat tekan yang dihasilkan.

Kesimpulan yang didapatkan yaitu:

1. Massa jenis keramik bahan lempung dan abu sekam padi pada komposisi lempung dan abu sekam padi 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, and 50:50 masing-masing sebesar 2,14; 2,01; 1,98; 1,88; 1,84; and 1,78 g/cm³
2. Susut bakar keramik memiliki rentang antara 3,4% -11,4%
3. Nilai kuat tekan maksimal pada keramik lempung dan abu sekam padi pada suhu sintreting 700°C, 800°C, dan 900°C adalah

115,58; 115,58, and 128,42 kg / cm³

4. Komposisi terbaik lempung dan abu sekam padi yaitu 70:30 persentase volume

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini berjalan dengan pendanaan dari dana DIPA PNBP Fakultas MIPA ULM. Terima kasih kepada pihak fakultas MIPA ULM karena telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik [online], 2013. www.bps.go.id.
- Brooks, R.M., 2009. Soil Stabilization with Fly Ash and Rice Husk. *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*, 1 (3), 209–217.
- Callister, W.D. and Rethwisch, D.G., 2009. *Material Science and Engineering, An Introduction*. Eight. USA: John Wiley Co.
- Carter, C.B. and Norton, M.G., 2007. *Ceramic Materials, Science and Engineering*. Springer.
- Daifullah, A.M., Girgis, B., and Gad, H.M., 2003. Utilization of Agro Residues (Rice Husk) in Small Waste Water treatment Plants. *Materials Letter*, 57, 1723–1731.
- Della, V., Kuhn, I., and Hotza, D., 2002. Rice husk ash as an alternate source for active silica production. *Materials Letter*, (Desember), 818 – 821.

- Foletto, E.L., Gratieri, E., Oliveira, L.H. De, and Jahn, S.L., 2006. Conversion of rice hull ash into soluble sodium silicate. *Materials Research*, 9 (3), 335–338.
- Habeeb, G.A. and Mahmud, H. Bin, 2010. Study on Properties of Rice Husk Ash and Its Use as Cement Replacement Material. *Materials Research*, 13 (2), 185–190.
- Hegazy, B.E.E., Fouad, H.A., and Hassanain, A.M., 2012. Brick Manufacturing From Water Treatment Sludge And Rice Husk Ash. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6 (3), 453–461.
- Johari, I., Said, S., Jaya, R.P., Bakar, B.H.A., and Ahmad, Z.A., 2011. Chemical and Physical Properties of Fired-Clay Brick at Different Type of Rice Husk Ash. *In: Environment Science and engineering*. Singapore: IACSIT Press, 171–174.
- Luh, B.S., 1991. Rice Hulls. *In: B.S. Luh, ed. Rice*. USA: Springer, 688 – 713.
- Mohan, N.V., Satyanarayana, P.P.V. V, and Rao, K.S., 2012. Performance Of Rice Husk Ash Bricks. *International Journal Of engineering Research and Applications (IJERA)*, 2 (5), 1906–1910.
- PEDC, 1983. *Pengujian Bahan*. Bandung.
- Putro, A.L. and Prasetyoko, D., 2007. Abu Sekam Padi Sebagai Sumber Silika Pada Sintesis Zeolit ZSM-5. *Akta Kimia Indonesia*, 3 (1), 33–36.
- Riza, F.V., 2011. Application of RHA'S Pozzolanic Properties in the Making CEB. *International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology*, 2 (2), 32–36.
- Saravanan, S.D., Senthilkumar, M., and Shankar, S., 2013. Effect of Particle Size on Tribological Behavior of Rice Husk Ash – Reinforced Aluminum Alloy (AlSi10Mg) Matrix Composites. *Society of Tribologist and Lubrication Engineers*, 56, 1156–1167.
- Sousa, A.M. de, Visconte, L., Mansur, C., and Furtado, C., 2009. Silica sol obtained from rice husk ash. *Chemistry & Chemical Technology*, 3 (4), 321–326.
- Sugihartono, n.d. *Wawasan tentang keramik: Mengenal lempung / tanah liat sebagai bahan pokok untuk produk keramik*.
- Sultana, M.S., Hossain, M.I., Rahman, A., and Khan, M.H., 2014. Influence of Rice Husk Ash and Fly Ash on Properties of Red Clay. *Journal Of Scientific Research*, 6 (3), 421–430.
- Sutas, J., Mana, A., and Pitak, L., 2012. Effect of rice husk and rice husk ash to properties of bricks. *In: Procedia Engineering*. 1061–1067.