

# Pengaruh Perlakuan Termal Terhadap Karakteristik Aspal Komposit Berbasis Silika Sekam Padi

Nita Susanti<sup>(1)\*</sup>, Juniati Br Simbolon, Simon Sembiring, Posman Manurung

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung,  
Bandar Lampung, 35141

\* email: nitasusanti2711@email.com, junilim94@email.com

Diterima (26 September 2019), Direvisi (4 Nopember 2019)

**Abstract.** *Synthesis and characterization of asphalt has been modified with silica rice husk with temperature variations of 200, 250, and 300°C. Silica is obtained from rice husk using the sol gel method. Furthermore asphalt and silica are solidified at 110°C. The experiment was conducted to determine the effect of temperature on the microstructure, structure, and functional groups of modified asphalt. SEM analysis shows asphalt modification with a temperature of 300°C in the form of different clumps. XRD analysis showed the phase formed from each temperature was an amorphous phase. The result of the FTIR analysis showed that the functional groups seen in the modified asphalt samples were Si-OH, Si-O-Si, Si-O, and C-H. The compressive strength carried out showed the strength of asphalt again cracks became stronger as the temperature increased.*

**Keywords:** *asphalt, composite, rice husk, silica, temperature*

**Abstrak.** Telah dilakukan sintesis dan karakterisasi aspal yang dimodifikasi dengan silika sekam padi dengan variasi suhu 200, 250, dan 300°C. Silika didapatkan dari sekam padi dengan menggunakan metode sol gel. Selanjutnya, aspal dan silika di padatkan pada suhu 110°C. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap mikrosuktur, struktur dan gugus fungsi aspal modifikasi. Analisis SEM memperlihatkan aspal modifikasi dengan suhu 300°C berbentuk gumpalan yang berbeda-beda dan Spektrum EDS menunjukkan kandungan Silikon yang tertinggi. Analisis XRD diperoleh fasa yang terbentuk dari setiap suhu adalah fasa amorf. Hasil analisa FTIR menunjukkan bahwa gugus fungsi yang terlihat pada sampel aspal modifikasi yaitu Si-OH, Si-O-Si, Si-O dan C-H. Uji fisis kuat tekan yang dilakukan menunjukkan bahwa kekuatan aspal terhadap keretakan semakin kuat seiring bertambahnya suhu.

**Kata kunci:** aspal, komposit, sekam padi, silika, suhu

---

## PENDAHULUAN

Aspal merupakan bahan hidrokarbon yang berwarna hitam atau coklat tua dan sangat kental, sifatnya yang adhesive dan tahan terhadap air sehingga aspal digunakan sebagai bahan pengikat ataupun sebagai pelapis permukaan.

Selain tahan terhadap air, aspal dapat mengalami perubahan terhadap temperatur/suhu. Pada suhu ruang aspal yang berbentuk cair akan menjadi padat dan akan mencair

kembali jika aspal diberikan suhu tinggi. Sifat aspal inilah yang di sebut *thermoplastic*[1]. Seiring bertambahnya waktu aspal akan mengalami peningkatan viskositas, sehingga aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat ataupun pelapis permukaan akan cenderung keras dan rapuh.

Beberapa penelitian memanfaatkan sifat kedap air pada aspal. Peningkatan bahan aspal sebagai bahan pengikat atau pelapis dengan campuran bahan lain, seperti campuran aspal dengan bahan komposit.

Bahan komposit paling banyak digunakan dalam campuran aspal adalah silika [2,3].

Silika merupakan senyawa karbon yang memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi. Tingginya kandungan silika yang terdapat pada sekam padi menjadi acuan untuk memanfaatkan sekam padi sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan silika.

Pengaruh suhu pada campuran aspal mengakibatkan kepadatan pada sampel. Semakin tinggi suhu maka campuran aspal akan menjadi semakin padat seiring volumenya yang semakin kecil.

### Aspal

Aspal merupakan senyawa berwarna hitam atau coklat tua yang mengandung karbon, hidrogen, nitrogen, sulfur, dan oksigen. Berdasarkan struktur pembentuk aspal terdiri dari *asphaltene* dan *maltene*[4]. *Asphaltene* merupakan unsur kimia aspal yang padat berwarna hitam atau coklat tua dan tidak larut dalam n-heptan. Semakin tinggi kandungan *asphaltene*, maka aspal semakin keras dan semakin kental, sehingga titik leleh aspal akan semakin tinggi dan menyebabkan nilai viskositasnya semakin tinggi. Selain, *asphaltene* unsur kimia yang terdapat pada aspal yaitu *maltene*. Unsur *maltene* terbagi menjadi *resin*, *aromatic*, dan *saturate*. Di dalam aspal *resin* berfungsi sebagai zat pendispersi bagi *asphaltene*. *Aromatic* merupakan unsur pelarut pada *asphaltene* yang paling dominan di dalam aspal. *Saturate* adalah bagian molekul *maltene* yang berupa minyak kental yang berwarna putih atau kekuning-kuningan yang bersifat non-polar[5].

### Silika

Silika atau silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan senyawa kimia yang terbentuk dari atom silikon dan oksigen. Silika murni terdapat dalam dua bentuk yaitu kuarsa dan

kristobalit. Silikon dikelilingi empat atom oksigen yang saling mengikat.

Silika dibuat dengan mencampurkan larutan natrium silikat dengan suatu asam mineral. Reaksi ini menghasilkan suatu dispersi peka yang memisahkan partikel dari silika terhidrat, yang dikenal dengan silika hydrosol atau asam silikat yang kemudian dikeringkan agar terbentuk silika gel[6].

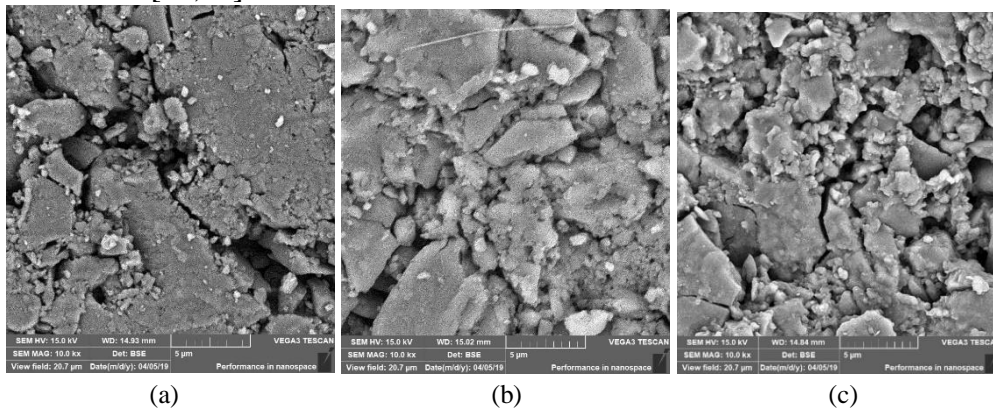
Silika merupakan material penting dalam kehidupan sehingga banyak sekali dimanfaatkan dalam bidang perkembangan ilmu pengetahuan dan bidang industri antara lain; menjadi katalis heterogen, insulator listrik, dan menjadi bahan dasar komposit.

Metode alkalis (sol gel) merupakan metode yang dapat dilakukan untuk memperoleh silika [7,8]. Melalui metode sol gel, silika dihasilkan dengan ukuran partikel yang terkandung sekitar 99%, sedangkan jika dilakukan dengan metode pengabuan dihasilkan silika sebanyak 94% [9].

### Aspal Komposit

Penelitian terkait aspal komposit seperti modifikasi aspal dengan bahan komposit dengan mencampurkan bahan nanoclay pada aspal dapat meningkatkan viskositas dan kerentanan suhu terhadap aspal [10]. Selain nanoclay, batu, dan serbuk abu bahan komposit yang sering digunakan untuk perpaduan aspal yaitu silika[11,12]. Penggunaan silika sebagai perekat aspal dikarenakan bahan silika yang mudah didapat. Penelitian aspal komposit berbasis silika fume, menunjukkan bahwa penambahan silika fume pada aspal meningkatkan kekuatan geser, komponen jenuh pada aspal diserap kedalam pori-pori silika fume sehingga aspal menjadi lebih tebal[13]. Penambahan silika fume mampu mempertahankan ketahanan aspal terhadap suhu tinggi. Peningkatan suhu menyebabkan nilai modulus geser menurun. Sekam padi

memiliki komposisi kandungan silika terbesar 94 – 96% [14,15].



Gambar 1. Morfologi Aspal (a) 200°C (b) 250°C (c) 300°C

### METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal, sekam padi, NaOH, HNO<sub>3</sub>, dan aquades.

#### Ekstraksi Silika Sekam Padi

Sekam padi yang telah dipreparasi, sebanyak 50g, kemudian dimasukkan kedalam *beaker glass* 500 ml, ditambahkan NaOH 1,5 %, dipanaskan selama 30 menit dengan menggunakan kompor listrik 600 watt hingga mendidih selama 30 menit kemudian ditutup aluminium foil dan dilakukan proses penuaan selama 24 jam. Setelah itu filtrat silika disaring dan kemudian ditetesi HNO<sub>3</sub> 10% hingga pH sol mencapai 7 dan berubah menjadi gel. Kemudian gel dikalsinasi dengan suhu 100°C selama 4 jam hingga diperoleh serbuk silika. Aspal murni sebanyak 20g dicairkan dengan bensin sebanyak 40ml. Silika yang telah dipreparasi sebanyak 40g ditambahkan kedalam aspal yang telah dicairkan. Kedua

bahan yang telah dicampurkan kemudian diaduk hingga homogen kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 4 jam. Kemudian paduan aspal dan silika yang telah kering digerus dan disaring untuk mendapatkan serbuk aspal silika yang homogen. Kemudian sampel diambil sebanyak 2g dan dicetak kedalam bentuk pelet.

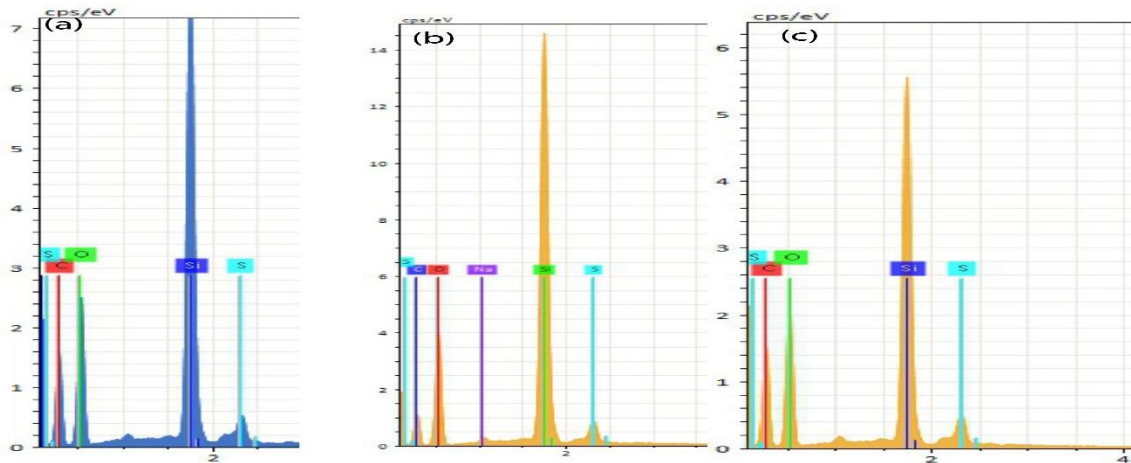
#### Karakterisasi

Karakterisasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah SEM-EDS, XRD, FTIR, densitas, porositas dan kuat tekan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Karakterisasi SEM-EDS

Pengujian SEM-EDS pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui mikrostruktur serta komposisi unsur yang terkandung pada aspal berbasis silika sekam padi ini. Hasil analisis SEM-EDS terlihat pada **Gambar 1**.



Gambar 2. Grafik EDS (a) 200°C (b) 250°C (c) 300°C

Gambar 1(a) menunjukkan morfologi aspal modifikasi yang di sintering pada suhu 200°C. Struktur permukaan aspal tampak gumpalan – gumpalan besar, memiliki celah yang lebih besar dan tidak merata di setiap permukaan. Ukuran gumpalan yang berbeda menunjukkan bahwa sampel tidak homogen.

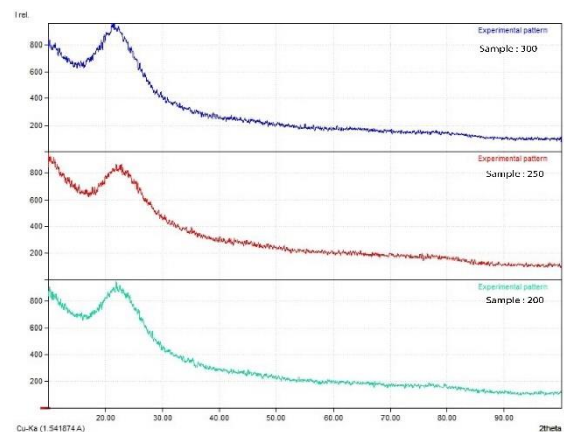
Gambar 1(b) morfologi sampel yang di sintering pada suhu 250°C, gumpalan terlihat sedikit lebih kecil. Sedangkan, Gambar 1(c) perbedaan sangat signifikan. Permukaan tampak menunjukkan ukuran partikel yang lebih kecil dari ukuran pada suhu yang lebih rendah dan partikel terlihat lebih homogen. Semakin homogen sampel tersebut maka akan semakin tinggi nilai densitasnya.

Unsur yang terkandung pada sampel dapat ditunjukkan oleh hasil EDS seperti pada Gambar 2. Ketiga hasil analisis EDS menunjukkan bahwa spektrum unsur silikon (Si) memiliki puncak tertinggi. Kandungan sampel lainnya terdiri dari karbon (C), sulfur (S), dan oksigen (O). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya bahwa sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi[16]. Pada Gambar 2. Terlihat semakin tinggi suhu semakin sedikit silika yang terkandung di dalam sampel. Gambar 2(b) merupakan

grafik EDS pada suhu 250°C yang menunjukkan adanya unsur lain sebagai komposisi minor yaitu sodium.

### Hasil Karakterisasi XRD

Karakterisasi XRD dilakukan untuk mengetahui fasa yang terbentuk pada sampel. Pengujian menunjukkan hasil analisis XRD seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Spektrum XRD 200°C, 250°C dan 300°C

Gambar 3. Spektrum XRD menunjukkan sampel dalam fasa amorf. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang di lakukan [17] menyatakan bahwa aspal memiliki kandungan amorf. Sampel aspal modifikasi pada suhu 300°C memiliki puncak asphaltene. Puncak 2θ terletak pada

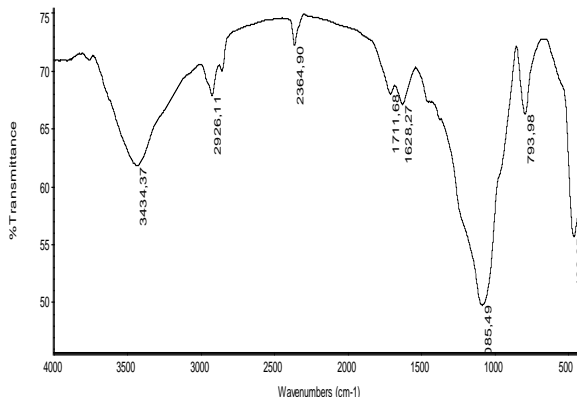
21,39° dengan nilai FWHM yang didapatkan adalah 0,7488. Silika yang di sintering pada suhu 250°C berfase tridimit, sedangkan untuk silika 300°C berfase kristobalit.

**Hasil Karakterisasi FTIR**

Pengujian dengan FTIR telah dilakukan terhadap sampel campuran aspal dengan silika sekam padi. Grafik campuran aspal pada sekam padi dilakukan pterhadap variasi suhu. Pada **Gambar 4**. Grafik tersebut menunjukkan adanya intensitas yang berubah-ubah pada bilangan gelombang 3434,37 menandakan adanya gugus O-H.

**Tabel 1.** Pengukuran densitas dan porositas aspal berbasis silika sekam padi

Suhu	Massa kering	Massa jenuh	Massa udara	Densitas	Porositas
200	1.878	1.927	1.479	4.192	0.1094
250	1.860	1.991	1.535	4.079	0.2873
300	1.876	1.936	1.391	3.442	0.1101



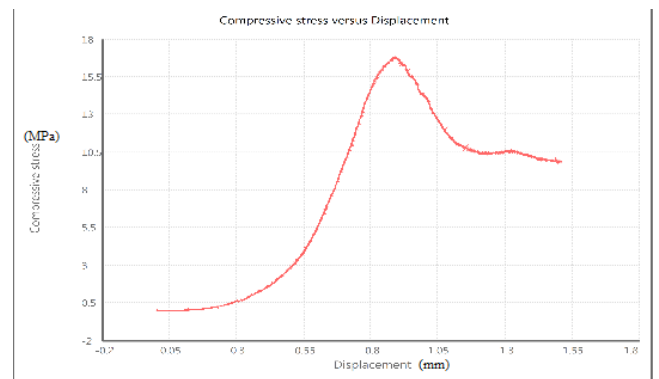
**Gambar 4.** Grafik Pengujian FTIR

Pada **Gambar 4** terlihat serapan melebar tajam dan memiliki intensitas yang kuat pada bilangan gelombang 1085,49 cm<sup>-1</sup> menandakan adanya gugus hidroksil C-O.

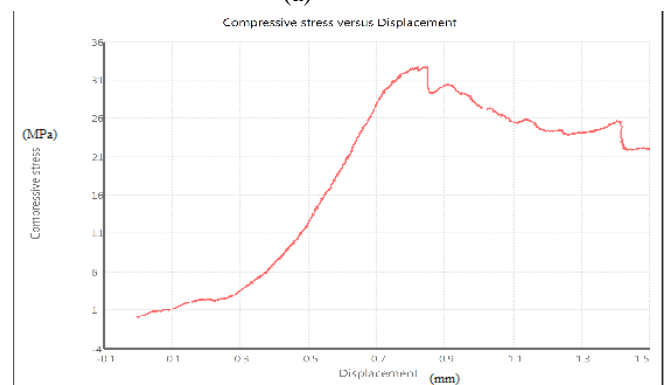
**Hasil Uji Fisis Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan telah dilakukan terhadap sampel dengan memberikan beban sebesar 5,279 kN dan kecepatan 0,1 mm/menit. Hasil pengujian ditampilkan pada **Gambar 5**. Dari gambar tersebut dapat diketahui hubungan Antara kuat tekan aspal modifikasi yang dinyatakan pada gambar,

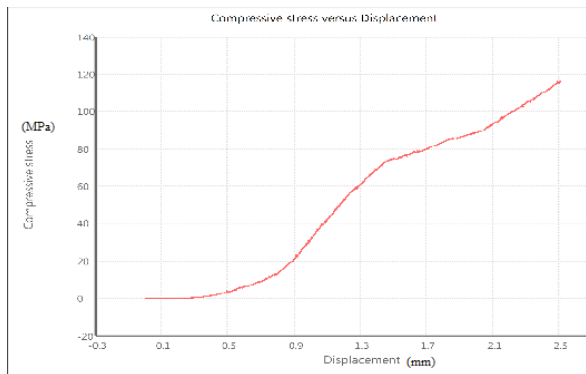
dimana variasi suhu terbaik pada campuran aspal tersebut yaitu pada suhu 300°C.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Grafik Kuat Tekan

Semakin besar suhu yang digunakan terjadi peningkatan kuat tekan. Sehingga aspal yang dicampur dengan silika sekam padi memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap keretakan dengan suhu 300°C.

#### Hasil Uji Fisis Densitas dan Porositas

Pengujian sampel terhadap densitas dan porositas seperti ditunjukkan pada **Tabel 1**. Dimana semakin bertambahnya suhu berturut-turut terjadi penurunan nilai densitas sebagai berikut 4,192; 4,079; 3,442. Sebaliknya dengan menurunnya nilai densitas maka akan terjadi peningkatan nilai porositas seperti terlihat pada suhu 250°C.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan variasi suhu menunjukkan aspal modifikasi berbentuk gumpalan-gumpalan. Semakin tinggi suhu yang digunakan semakin besar celah antar gumpalan. Melalui SEM didapatkan bahwa silikon yang terkandung pada aspal modifikasi merupakan senyawa tertinggi. Berdasarkan hasil XRD terlihat puncak asphaltene menyebabkan adanya puncak amorf karbon dan amorf silika. Gugus fungsi yang ditemukan pada aspal modifikasi yaitu Si-OH, Si-O-Si, Si-O, dan C-H. Pada pengujian fisis kuat tekan,

semakin suhu tinggi semakin besar kekuatan yang dimiliki oleh sampel aspal berbasis silika sekam padi ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wang Shifeng, Wang Q., X. Wu, and Y. Zhang, "Asphalt modified by thermoplastic elastomer based on recycled rubber," *Construction and Building Materials*, Vol 93, 2015.
- [2] I. A. Rachman and V. Padavettan, "Synthesis of silica nanoparticles by Sol-Gel: Size dependent properties, surface modification and applications in silica-polymer nanocomposite review," *Journal of Nanomaterials*, 2012.
- [3] Shi, L. Cai, W. Xu, J. Fan and Wang, "Effect of nano-silica and rock asphalt on rheological properties of modified bitumen," *Construction Building Material*, 2018.
- [4] R. Permana and Imam, "Studi sifat-sifat reologi aspal yang dimodifikasi limbah tas plastik," *Simposium XII FSTPT*, 2009.
- [5] Shell, "The Shell Bitumen Hand Book.," Shell Bitumen United Kingdom, 2003.
- [6] Sembiring. S., Simanjuntak. W., Asmi, D., "Synthesis and characterisation of Gel-derived Mullite Precursors from Rice Husk Silica Ceramic International," Vol. 40, 2014.
- [7] Kalaphaty. U., Proctor. A., and Schulz. J., "An improved method for production of silica from rice husk ash," *Bioresource Thecnology*, Vol 85, 2002.
- [8] Adam, F., Chew, T.S. and Andas, J., "A Simple Template Free Sol Gel Synthesis of Spherical Nanosilica

- From Agricultural Biomass,"Sol Gel Science Technology, Vol. 59, 2011.
- [9] Sembiring, S., and Simanjuntak, W., "Silika Sekam Padi, Potensinya sebagai Bahan Baku Keramik Industri," *Plantaxia*, 2015.
- [10] Behnood Ali and Mahsa M.G, "Morphology, rheology, and physical properties of polymer-modified asphalt binders," *European Poymer Journal*, Vol 112, 2019.
- [11] H. Ezzat, S. El-Badawy, and T. Breakah, " Evaluation of Asphalt Binders Modified With Nanoclay and Nanosilica," *Procedia Engineering*, 2016.
- [12] M.D. Nazzal, S. Kata, Gunay, and P. Ahmedzade, "Fundamental Characterization of Asphalt Clay Nanocomposites," *Nanomechanics Micromechanics*, 2012.
- [13] Chandrasekhar, S., Pramada, and Satyanarayana, K, " Microsilica from rice husk as a possible substitute for condensed silica fume for high performance concrete," *Journal of Materials Sicence Letters*, Vol. 21, 2002.
- [14] Sembiring, S., and Karo-Karo, P., "Pengaruh Suhu Kalsinasi Terhadap Karakteristik Termal dan Mikrostruktur Silika Sekam Padi," *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol. 13, 2007.
- [15] Zulkifli, N. S., Rahman, I. A., Moh. D., and Hussein, " a Green Sol Gel route for the synthesis of structurally controlled silica particles from rice husk for dental composite filler," *Journal of Ceramics International*, V
- [16] Lasheva, V., Valchev, I., Tzolov, T.Z. and Josifov, N, "Silica Product From Rice Hulls," *Jurnal Of Chemical Engineering and Metallurgy*, Vol. 44, 2009.
- [17] Haslinawati, M.M., Matori, K.A., Wahab, H.A., and Zaina, "Effect Of Temperature Of Ceramic From Rice Husk Ash," *International Journal of Basic and Applied Science*, 2011.

