



## Sintesis dan Karakteristik Struktur, Sifat Fisis, dan Sifat Mekanik Komposit Aspal Silika Dengan Variasi Komposisi Aspal Silika (20%:80%wt; 15%:85%wt; 10%:90%wt)

Enang Widwiyantoro<sup>a</sup>, Simon Sembiring<sup>b</sup>, Syafriadi<sup>c</sup>, dan Suprihatin<sup>d</sup>

Jurusan Fisika, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35141

### Article Information

Article history:  
Received March 20<sup>rd</sup>, 2020  
Received in revised form  
May 30<sup>rd</sup>, 2020  
Accepted June 7<sup>rd</sup>, 2020

#### Keywords:

Asphalt Silica Composite,  
XRD, Physical and  
Mechanical Properties

### Abstract

Synthesis and characterization of asphalt silica composites with various compositions have been carried out 20%: 80%wt; 15%: 85%wt; 10%: 90%wt. Silica synthesis was carried out using the sol-gel method. The materials used are rice husks, solid asphalt, distilled water, gasoline, NaOH 1,5% and HNO<sub>3</sub> 10%. This research was conducted for knowing the effect variations composition of asphalt silica on the phase structure, physical, and mechanical properties. The results of characterization asphalt silica composites with X-Ray Diffraction (XRD) obtained nothing change of phase and so that the phase structure still amorphous that consist of amorph silica and amorph carbon. The result of water adsorbent testing obtained that all variation was infest the standard, which was above 10%. The result compressive strength testing obtained the variation 15%:85%wt got the highest value amount 47,55 Mpa.

### Informasi Artikel

Proses artikel:  
Diterima 20 Maret 2020  
Diterima dan direvisi dari  
30 Mei 2020  
Accepted 7 Juni 2020

#### Kata kunci:

Komposit Aspal, Silika,  
XRD, Sifat Fisis dan Sifat  
Mekanik

### Abstrak

Telah dilakukan sintesis dan karakterisasi sampel komposit aspal silika dengan variasi komposisi 20%:80%wt; 15%:85%wt; 10%:90%wt. Sintesis silika dilakukan dengan menggunakan metode sol-gel. Bahan yang digunakan adalah sekam padi, aspal padat, akuades, bensin, NaOH 1,5% dan HNO<sub>3</sub> 10%. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi aspal silika terhadap fasa yang terbentuk, sifat fisis (daya serap air), dan sifat mekanik (kuat tekan). Hasil karakterisasi sampel komposit aspal silika dengan X-Ray Diffraction (XRD) diperoleh tidak ada perubahan fasa sehingga fasa yang terbentuk tetap amorf yang terdiri dari silika amorf dan karbon amorf. Daya serap air yang telah dilakukan memperlihatkan semua sampel telah memenuhi standar yang ditetapkan, yaitu dibawah 10% dengan rata-rata persentase daya serap air ~7%. Kuat tekan dengan perbandingan 15%:85%wt mendapatkan nilai tertinggi sebesar 47,55 MPa.

### 1. Pendahuluan

Komposit merupakan salah satu material yang sedang diciptakan atau dikembangkan pada era industri saat ini. Material komposit terusun atas dua bahan atau lebih dan memiliki sifat bahan yang berbeda satu sama lainnya [Hildayati *et al.*, 2009]. Campuran material komposit dengan komposisi yang sesuai membuat material tersebut menjadi unggul, baik dari segi kekuatan, stabilitas termal, dan sifat mekaniknya [Ardhaniswari, 2019]. Dewasa ini, material komposit yang sering digunakan adalah silika aspal. Silika merupakan senyawa antara silikon dan oksigen sehingga memiliki rumus molekul SiO<sub>2</sub> dan merupakan senyawa yang melimpah di alam, seperti silika dari sekam padi [Sun, 2001]. Silika dari sekam padi memiliki sifat mudah reaktif dengan unsur lain, tahan terhadap temperatur tinggi, konduktivitas termal yang rendah sehingga cocok dijadikan sebagai bahan isolator, memiliki kekerasan yang tinggi, dan bersifat hidrofilik (mudah menyerap air) [Chandrasekhar *et al.*, 2002; Sapei *et al.*, 20015]. Sifat tersebut sering menjadikan silika sekam padi sebagai bahan pengisi (*filler*) dalam komposit, seperti bahan *filler* dalam campuran aspal. Aspal merupakan material perekat berwarna hitam atau coklat tua dengan unsur utamanya adalah bitumen dan terbuat dari hasil (residu) distilasi minyak bumi [Sutapa,

\* Corresponding author.

E-mail address: (a)enangwidwiyantoro2@gmail.com; (b)simonsebiring2@gmail.com, (c)syafriadi@fmipa.unila.ac.id, (d)suprihatin.1973@fmipa.unila.ac.id

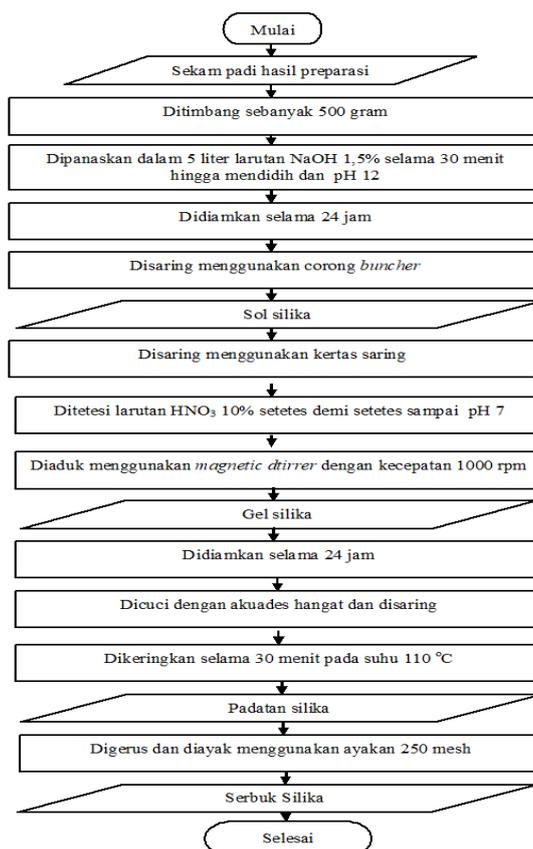
2016]. Fungsi perekat pada aspal adalah untuk meningkatkan kualitas aspal terhadap kelekatan dan kelenturan [Edison, 2010]. Selain perekat, meningkatkan kualitas aspal juga dapat dilakukan dengan menambahkan bahan *filler*. *Filler* pada campuran aspal berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga antar agregat yang dapat meningkatkan karakteristik aspal. Penelitian Ridwan dan Nadia (2017) juga menunjukkan bahwa penambahan silika ke material aspal sampai batas tertentu dapat meningkatkan nilai stabilitas dan nilai adhesi sebesar 8,59%. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, dalam penelitian ini dilakukan pembuatan komposit aspal silika dengan metode *sol-gel*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi aspal silika terhadap fasa yang terbentuk, sifat fisis (daya serap air) dan sifat mekanik (kuat tekan).

## 2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah silika dari sekam padi, aspal padat, NaOH 1,5%, HNO<sub>3</sub> 10%, akuades dan bensin. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu ekstraksi silika sekam padi dan pembuatan komposit aspal silika.

### 2.1 Ekstraksi Silika Sekam Padi

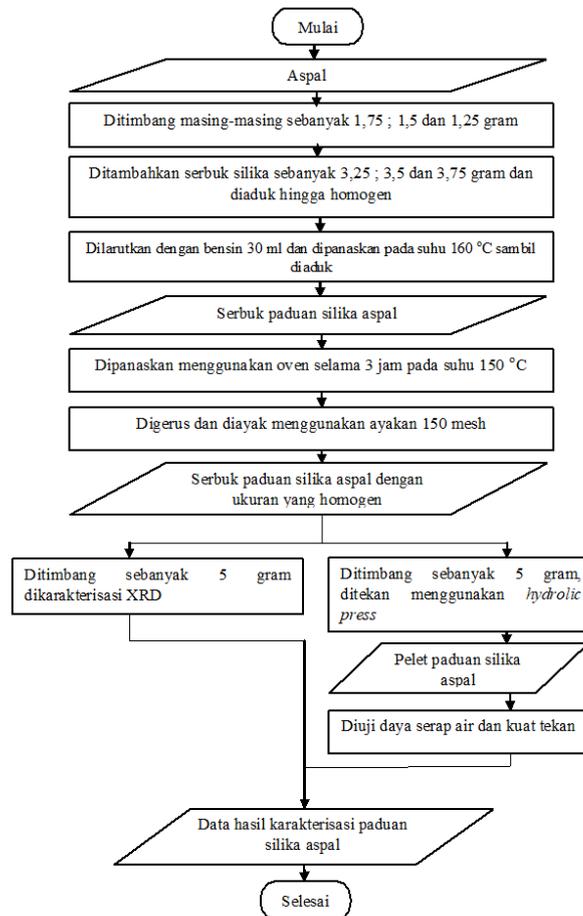
Membersihkan sekam padi terlebih dahulu untuk menghilangkan pengotor yang menempel pada sekam padi agar tidak mempengaruhi hasil saat melakukan ekstraksi sekam padi. Menimbang sekam padi yang telah dibersihkan sebanyak 500 gram, lalu memasukkannya kedalam *beaker glass* yang berisi larutan NaOH 1,5% dan akuades 5 liter. Selanjutnya, memanaskannya dengan kompor listrik 600 watt selama 30 dan sambil diaduk agar. Melakukan *aging* pada sekam padi yang telah dipanaskan selama 24 jam dengan menutupnya menggunakan plastik *cling wrap*. Menyaring ampas sekam padi dari ekstrak sekam padi, agar diperoleh sol silika. Meneteskan sol silika dengan larutan HNO<sub>3</sub> 10% yang telah dicampur dengan 1 liter akuades sedikit demi sedikit untuk memperoleh gel silika dengan menggunakan *magnetic stirrer* agar larutan menjadi homogen. Gel silika yang terbentuk di *aging* selama 24 jam dan ditutup dengan plastik *cling wrap*. Selanjutnya didapatkan gel silika yang berwarna coklat kehitaman, lalu gel silika dicuci dengan air hangat hingga gel menjadi berwarna putih. Mengeringkan gel silika dengan oven pada suhu 110°C selama 3 jam hingga diperoleh silika padatan, lalu digerus hingga halus dan diayak menggunakan 250 mesh agar mendapatkan serbuk silika yang lebih halus. Secara umum proses ekstraksi silika sekam padi ditunjukkan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Diagram Alir Ekstraksi Silika Sekam Padi

## 2.2 Pembuatan Komposit Aspal Silika

Variasi Komposisi aspal silika yang digunakan yaitu 20%:80%wt; 15%:85%wt; 10%:90%wt dengan total massa setiap komposit aspal silika adalah 5 gram. Memanaskan aspal dengan *hotplate* pada suhu 160°C sambil menambahkan larutan bensin 30 ml untuk mempermudah melelehkan aspal padat. Selanjutnya memasukkan serbuk silika sesuai dengan variasi komposisinya sedikit demi sedikit dan diaduk agar tercampur homogen. Selanjutnya mengoven paduan komposit aspal silika selama 3 jam pada suhu 150°C agar senyawa bensin yang terkandung dapat menguap. Selanjutnya menggerus paduan komposit dan diayak dengan ukuran mesh 150 untuk mendapatkan serbuk paduan silika aspal yang lebih halus sebelum dilakukan karakterisasi XRD. Setelah itu dilakukan pemeletan untuk dilakukan uji fisis (daya serap air) dan uji mekanik (kuat tekan). Secara umum proses pembuatan komposit aspal silika ditunjukkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Diagram Alir Pembuatan Komposit Aspal Silika

## 2.3 Karakterisasi dan Uji

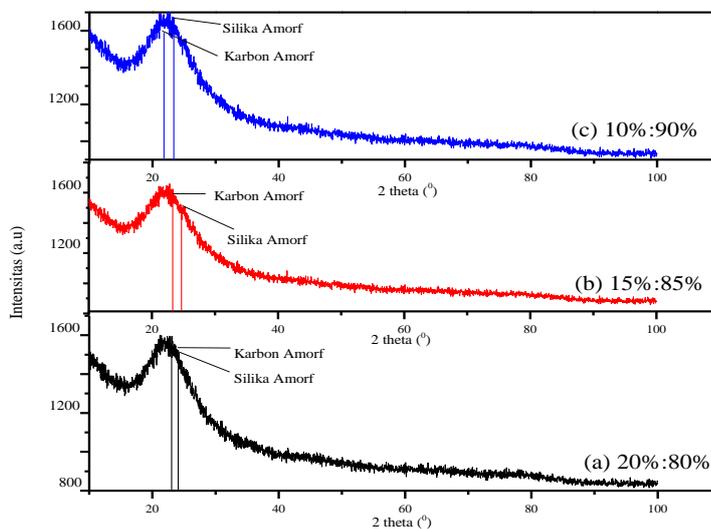
Karakterisasi sampel komposit aspal silika yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) sedangkan uji yang dilakukan adalah uji fisis khususnya daya serap air dan uji mekanik khususnya kuat tekan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Karakterisasi Sampel Komposit Aspal Silika dengan XRD

Karakterisasi sampel komposit aspal silika dengan XRD pada penelitian ini ditujukan untuk mengetahui perubahan fasa yang terbentuk terhadap sampel seiring dengan pengurangan aspal dan penambahan silika. Hasil yang diperoleh berupa difaktogram hubungan antara sudut difraksi ( $2\theta$ ) dengan intensitas seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. Terlihat pada **Gambar 3 (a-c)** memiliki kemiripan bentuk grafik, yaitu membentuk bukit yang melebar sehingga diidentifikasi bahwa fasa yang terbentuk adalah amorf yang terdiri dari silika amorf dan karbon amorf. **Gambar 3 (a)** terbentuk fasa silika amorf pada daerah  $2\theta = 22,06^\circ$  dan memiliki fasa karbon

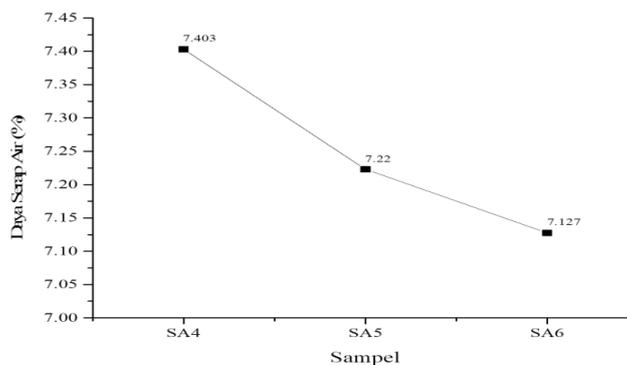
amorf pada  $2\theta = 22,74^\circ$ . Sementara pada **Gambar 3 (b)** fasa silika amorf terbentuk pada daerah  $2\theta = 22,16^\circ$  dan fasa karbon amorf terbentuk pada  $2\theta = 22,65^\circ$ . **Gambar 3 (c)** terbentuk fasa silika amorf pada daerah  $2\theta = 22,24^\circ$  dan fasa karbon amorf terbentuk pada  $2\theta = 21,60^\circ$ . Daerah  $2\theta$  silika amorf dan karbon amorf pada **Gambar 3 (a-c)** mengalami pergeseran. Terjadinya pergeseran  $2\theta$  disebabkan karena persentase komposisi silika yang bertambah dan komposisi aspal yang berkurang. Semakin banyak persentase silika membuat daerah  $2\theta$  menjadi bergeser kearah kanan, sedangkan berkurangnya persentase aspal membuat daerah  $2\theta$  menjadi bergeser kearah kiri. Pengurangan aspal dan penambahan silika tidak menyebabkan perubahan fasa yang terbentuk sehingga fasa yang terbentuk tetap amorf, karena penambahan komposisi aspal menyebabkan ikatan pada silika murni menjadi rusak sehingga ikatan antar atomnya menjadi lemah dan tidak beraturan.



**Gambar 3.** Grafik hasil karakterisasi sampel komposit aspal silika dengan XRD (a) 20%:80% (SA6), (b) 15%:85% (SA5), dan (c) 10%:90% (SA4)

### 3.2 Hasil Uji Sifat Fisis Sampel Komposit Aspal Silika

Pada penelitian ini uji sifat fisis dilakukan untuk menguji kemampuan sampel dalam menyerap air (daya serap air). Hasil uji daya serap air dapat dilihat pada **Gambar 4**. Hasil grafik uji daya serap air yang didapatkan mengalami penurunan seiring dengan pengurangan aspal dan penambahan silika. Persentase yang didapatkan untuk SA4 sebesar 7,40%, SA5 sebesar 7,22%, dan SA6 sebesar 7,12%. Persentase daya serap air yang didapatkan pada penelitian ini telah sesuai dengan SNI 0096:2007, karena nilai persentase dibawah 10%. Penurunan persentase yang didapatkan, diindikasikan akibat sifat fisis yang dimiliki oleh aspal yaitu bersifat kedap air dan peran aspal yang mengikat silika, sehingga silika mampu mengisi rongga-rongga pada aspal dan menyebabkan pencampuran aspal dan silika menjadi paduan yang kompak dan homogen (Sriyanti *et al.*, 2005).



**Gambar 4.** Grafik hasil karakterisasi sampel komposit aspal silika dengan XRD (SA6) 20%:80%, (SA5) 15%:85%, dan (SA4) 10%:90%

### 3.3 Hasil Uji Sifat Mekanik Sampel Komposit Aspal Silika

Pada penelitian ini uji sifat mekanik dilakukan dengan menguji kemampuan sampel dalam menahan beban yang diberikan (kuat tekan) yang dilakukan dengan menggunakan alat *Servo-hydraulic Test System* dengan kelajuan 0,1 mm/menit. Hasil uji kuat tekan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Nilai Kuat Tekan SA4, SA5, dan SA6

Kode Sampel	Perbandingan Aspal dan Silika (%)	Nilai Kuat Tekan (MPa)
SA4	10%:90%	44,95
SA5	15%:85%	47,55
SA6	20%:80%	45,70

**Tabel 1** menunjukkan bahwa nilai kuat tekan mengalami peningkatan seiring dengan penambahan aspal dan pengurangan silika, seperti dari SA4 ke SA5 yang mendapatkan nilai kuat tekan berturut-turut sebesar 44,95 MPa dan 47,55 MPa. Peningkatan tersebut diindikasikan akibat sampel telah tercampur secara homogen sehingga membentuk ikatan campuran aspal dan silika yang padu dan kuat. Peningkatan nilai kuat tekan pada penelitian ini juga didukung berdasarkan dari sifat fisis silika, yaitu memiliki kekerasan yang tinggi (Mulyati *et al.*, 2012). Terlihat juga pada **Tabel 1** nilai kuat tekan mengalami penurunan pada SA6 dari SA5, yaitu sebesar 1,85 MPa. Penurunan yang terjadi pada SA6 diindikasikan akibat sampel telah mengalami kejenuhan, yaitu aspal sudah tidak mampu mengikat silika secara keseluruhan dan kandungan karbon pada aspal yang tinggi membuat jumlah ikatan antar karbon semakin banyak sehingga membuat sampel semakin mudah rapuh dan memiliki nilai kuat tekan yang rendah [Abdullah dan Khairurrijal, 2009].

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa hasil karakterisasi sampel komposit aspal silika dengan XRD menunjukkan tidak ada perubahan fasa yang terbentuk seiring dengan penambahan aspal dan pengurangan silika, yaitu tetap fasa amorf yang terdiri dari silika amorf dan karbon amorf yang berada pada rentang daerah  $2\theta$  antara  $21^\circ$  sampai dengan  $22^\circ$ . Hasil uji sifat fisis juga menunjukkan bahwa semua sampel komposit aspal silika telah sesuai dengan standarnya yaitu mendapatkan rata-rata persentase daya serap ~7%, sementara hasil uji sifat mekanik yang didapatkan memiliki nilai kuat tekan diatas 40MPa untuk semua sampel dan nilai kuat tekan tertinggi didapatkan pada SA5 sebesar 47,55 MPa.

#### 5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Fisika Material FMIPA Universitas Lampung yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### 6. Daftar Pustaka

- Abdullah, M., dan Khairurrijal. 2009. Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal of Nano Saintek*. Vol. 2. Hal. 1-12.
- Ardhaniswari, D. W. 2019. Pengaruh Penambahan Aspal Terhadap Karakteristik Termal, Struktur Fasa Sifat Fisis dan Sifat Mekanik Silika Sekam Padi. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Chandrasekhar, S. Pramada, P., Raghavan, P., dan Stayanarayana, K. 2002. Microsilica from Rice Husk as A Possible Substitute for Condensed Silica Fume for High Performance Concrete. *Journal of Material Science Letters*. Vol. 1. Pp. 145-1247.
- Hildayati, Triwikantoro, Heny F., dan Sudirman. 2009. Sintesis dan Karakterisasi Bahan Komposit Karet Alam Silika. *Seminar Nasional Pascasarjana IX*.
- Mujiyanti, D. Whardani, S., dan Eko, S. 2010. Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi yang di Mobilisasi dengan Trimetoksillil. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. Vol. 4. No. 2. Hal. 150-167.
- Ridwan, F. S., dan Nadia. 2017. Analisis Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Padi sebagai Filler pada Campuran Aspal Beton. *Jurnal Konstruksia*. Vol. 8. No. 2. Hal. 1-8.
- Sapei, K. S., Padmawijaya, A., Sutejo, dan Theresia, L. 2015. Karakterisasi Silika Sekam PADI dengan Variasi Temperatur Leaching Menggunakan Asam Asetat. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 9. No. 22. Hal. 38-42.
- Sriyanti, Azmiyawati, C., dan Taslimah. 2005. Adsorpsi Kadmium pada Bahan Hibrida Tiol-Silika dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. Vol. 7. No. 1-12.

Dwiyantoro E, Sembiring S, Syafriadi, dan Suprihatin, 2020, Sintesis dan Karakteristik Struktur, Sifat Fisis, dan Sifat Mekanik Komposit Aspal Silika Dengan Variasi Komposisi Aspal Silika (20%:80%wt; 15%:85%wt; 10%:90%wt), *Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology*, Vol. 1 No. 2, 2020

---

Sun, L., dan Gong, K. 2001. Silicon Based Materials form Rice Husk and Their Applications. *Journal of Industrial Engineering Chemistry*. Vol. 40. No. 25. Pp. 5861-5877.

Sutapa, A. A., Saputra, I. G. N., dan Karnata, M. 2016. Pemulihan Kekuatan Tarik Belah Beton dengan Variasi Durasi Perawatan Pasca Bakar. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. Vol. 15. No. 2. Hal. 205-215.