

# Karakteristik Komposit Aspal Karbosil Dari Limbah Sekam Padi

Liyana Mardova<sup>(1,a)\*</sup>, Simon Sembiring<sup>(1,b)</sup> dan Junaidi<sup>(1,c)</sup>

<sup>(1)</sup>Jurusan Fisika, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35141  
Email :<sup>(a\*)</sup>liyanamardova1047@gmail.com, <sup>(b)</sup>simon.sembiring@fmipa.unila.ac.id,  
<sup>(c)</sup>junaidi.1982@fmipa.unila.ac.id

Diterima (31 Agustus 2021), Direvisi (02 Oktober 2021)

**Abstract.** In this study, the characterization of the carbosil asphalt composite was carried out with a composition variation of 1:9; 1.5:8.5; 2:8; 2.5:7.5; 3:7 and the ratio for pure carbosil without the addition of asphalt. Carbosil is obtained from rice husk waste by using the pyrolysis method. This research was conducted to determine the effect of temperature on the microstructure, structure and functional groups of carbosil asphalt composites. XRD analysis obtained that the phase formed from each composition variation was an amorphous phase. The DTA/TGA analysis shows that there is a change in energy due to the addition of heat, which is indicated by the presence of mass shrinkage in the sample. Compressive strength results indicate that the strength of the carbosil asphalt composite with different material compositions affects the resistance to cracking.

**Keywords:** carbosil, asphalt, pyrolysis, XRD, and DTA/TGA

**Abstrak.** pada penelitian ini dilakukan karakterisasi komposit aspal karbosil dengan variasi komposisi yaitu 1:9; 1,5:8,5; 2:8; 2,5:7,5; 3:7 dan perbandingan untu karbosil murni tanpa penambahan aspal. Karbosil didapatkan dari limbah sekam padi dengan menggunakan metode pirolisis. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap mikrosuktur, struktur dan gugus fungsi komposit aspal karbosil. Analisis XRD diperoleh fasa yang terbentuk dari setiap variasi komposisi adalah fasa amorf. Analisis DTA/TGA menunjukkan terjadinya perubahan energi akibat penambahan panas dengan ditandai adanya penyusutan massa pada sampel. Hasil kuat tekan yang menunjukkan bahwa kekuatan komposit aspal karbosil dengan berbeda komposisi bahan mempengaruhi ketahanan terhadap keretakan..

**Kata kunci:** karbosil, aspal, pirolisis, , XRD, dan DTA/TGA.

## PENDAHULUAN

Aspal merupakan bahan material yang berwarna hitam atau coklat, memiliki sifat viskoelastis, kedap air (hidrofobik), memiliki daya adhesi dan kohesi yang baik [1]. Aspal bersifat termoplastis, jika dipanaskan sampai suhu tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair dan jika suhu mulai turun aspal akan mengeras kembali. Sifat termoplastis ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat [2]. Aspal biasanya menggunakan bahan aditif untuk meningkatkan atau memperbaiki sifat fisis

aspal seperti penetrasi, kekentalan, dan titik lembek.

Beberapa bahan aditif yang digunakan yaitu *polyethylene* (PE) [3]. *Styrene Butadiene styrene* (SBS), dan *Styrene Butadiene Rubber* (SBR) [4]. Selain bahan tersebut aspal juga dapat dimodifikasi dengan komposit seperti silika fume dan silika [5]. Komposisi silika yang terdapat dalam sekam padi cukup tinggi sehingga sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai sumber silika. Keunikan dari silika sekam padi berdasarkan sifat fisisnya yaitu kestabilan termal, kekerasan, dan

homogenitas yang tinggi [6]. Silika dapat menjadi pengisi (*filler*) dalam bahan seperti karet alam, *styrene butadiene* dan aspal. Terdapat dua metode yang digunakan untuk mengekstraksi silika dari sekam padi yaitu metode pengabuan dan metode alkalis. Proses perlakuan termal selain menghasilkan silika juga menghasilkan karbon atau disebut dengan karbosil.

Karbosil merupakan material yang sangat stabil dan tahan terhadap suhu tinggi. Berkaitan dengan bahan baku dan metode pembuatan karbosil, sekam padi merupakan salah satu material yang sangat menarik untuk diolah menjadi karbosil. Potensi ini didasarkan bahwa sekam padi terdiri dari karbon sekitar 40 % dan silika 16 % setelah mengalami proses pirolisis [7].

Penelitian mengenai komposit silika aspal telah dilakukan oleh [8], hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan silika pada pengikat aspal dapat meningkatkan titik leleh, viskositas, dan kuat tarik yang baik. Berdasarkan uraian di atas belum adanya penelitian mengenai pembuatan komposit aspal-karbosil mendorong dilakukannya penelitian ini dengan variasi komposisi aspal-karbosil. Komposit Aspal- karbosil diharapkan akan mempunyai keunggulan sifat fisis dan mekanik yang lebih baik. Proses ekstraksi karbosil dilakukan dengan menggunakan metode pirolisis. Hasil akhir dari proses tersebut berbentuk serbuk karbosil yang akan dicampurkan dengan material aspal. Penelitian ini dilakukan analisis XRD, DTA/TGA dan uji mekanik kuat tekan.

## METODE PENELITIAN

### 1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *beaker glass*, gelas ukur, *neraca* digital, aluminium *foil*, *tissue*, spatula, mortar dan *pestle*, *stopwatch*, alat pirolisis, oven, pengayak (*mesh*) No. 200, botol sampel. Dan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi sebagai bahan dasar karbosil, akuades, bensin, dan aspal sebagai bahan pengikat.

### 2. Metode Penelitian

Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal dengan penetrasi 60/70. Aspal padat ditimbang sesuai perbandingan komposisi yang telah ditentukan. Kemudian di larutkan dengan menggunakan bensin sebanyak 10 ml. Pencampuran ini dilakukan dengan menggunakan *hot plate magnetic stirrer*. Karbosil yang telah sesuai dengan perbandingan komposisi dimasukkan sedikit demi sedikit hingga tercampur rata dengan aspal dan diaduk terus-menerus hingga sampel berubah menjadi serbuk paduan aspal karbosil yang homogen. Selanjutnya dilakukan pemanasan sampel pada oven selama 4 jam pada suhu 100°C. Selanjutnya, paduan aspal karbosil digerus dan disaring menggunakan kertas saring ukuran 200 mesh. Setelah itu serbuk paduan aspal karbosil ditimbang sebanyak 2 gram untuk dibentuk menjadi pelet menggunakan alat pressing dengan beban 10 ton yang menghasilkan bentuk pelet.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Karakterisasi XRD

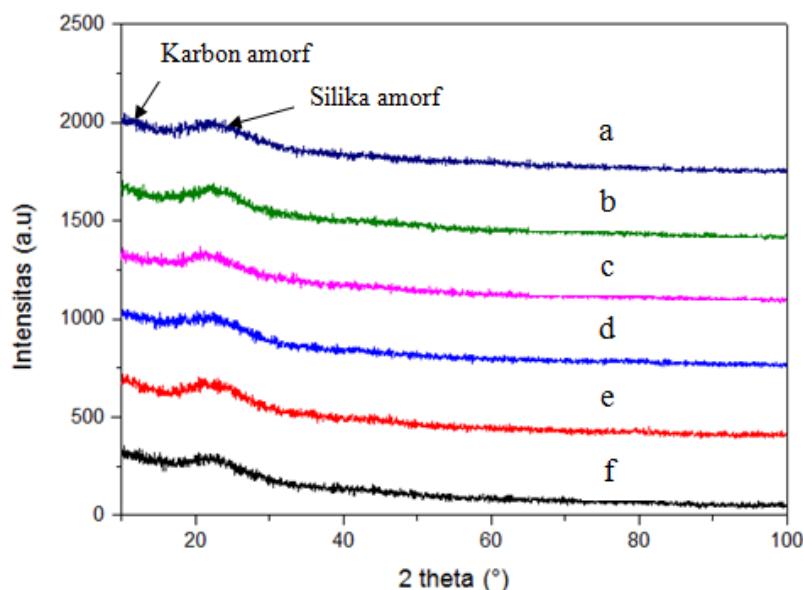
Analisis XRD dilakukan untuk mengetahui fasa atau struktur suatu material yang diuji yang ditunjukkan dalam hubungan antara sudut difraksi  $2\theta$  dan intensitas seperti pada **Gambar 1(a-f)**. **Gambar (a)** menunjukkan spektrum sampel karbosil murni atau tanpa penambahan aspal, dan tampilan **Gambar 1(b-f)** spektrum sampel komposit aspal-karbosil dengan variasi komposisi yang berbeda-beda.

**Gambar 1(a)** dengan karbosil murni atau tanpa campuran dari aspal hasil struktur amorf ditandai dengan adanya pola difraksi yang membentuk puncak atau bukit dan memiliki daerah  $2\theta$  yang lebar, yakni pada grafik (a) terletak pada rentang  $2\theta = 19,4^\circ - 24,9^\circ$  dengan puncak intensitas tertinggi pada  $2\theta = 21,8^\circ$  diidentifikasi

sebagai silika dan  $2\theta = 10,5^\circ$  sebagai karbon. Hasil ini sesuai dengan penelitian yangtelah dilakukan oleh [10] yang menyatakan bahwa pola difraksi sinar X dari sampel karbosil menunjukkan adanya bahan amorf dengan puncak pada  $2\theta = 21,6^\circ$  diidentifikasi sebagai silika amorf dan  $2\theta = 10,6^\circ$  sebagai karbon.

Selanjutnya pada sampel aspal (b-f) dengan menggunakan variasi komposisi aspal dan karbosil yang berbeda menunjukkan grafik yang landai yang menandakan bahawa sampel juga membentuk fasa amorf dan tidak terjadi perubahan menjadi kristal.

Pergeseran puncak yang signifikan yaitu silika amorf pada rentang  $2\theta = 19,84^\circ - 23,42^\circ$  dan puncak karbon amorf yang terindikasi pada  $2\theta = 10,22^\circ$ . Terbentuknya puncak karbon amorf ini disebabkan oleh adanya rantai alifatik yang membentuk tumpukan molekul aromatik [9]. Tercampurnya aspal dengan karbosil tidak membentuk gugus



**Gambar 1.** Difaktogram Sampel Aspal Karbosil (a) Sampel AK1 perbandingan 0:1; (b) Sampel AK2 perbandingan 1:9; (c) Sampel AK3 perbandingan 1,5:8,5; (d) Sampel AK1 perbandingan format rata kanan-kiri. 2:8; (e) Sampel AK5 perbandingan 2,5:7,5; (f) Sampel AK6 perbandingan 3:7.

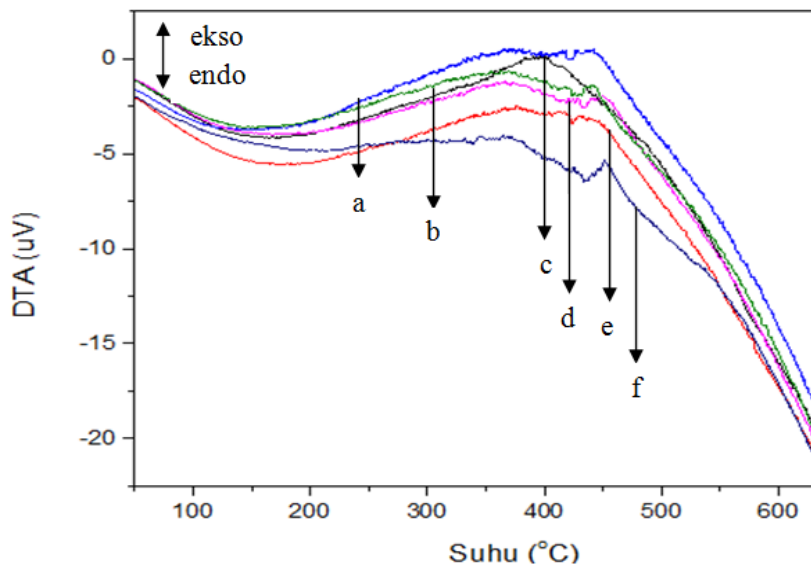
fungsi baru, namun hal ini menyebabkan dalam satu sampel memiliki dua unsur utama pembentuk aspal dan karbosil.

Kemudian pada setiap gugus fungsi yang terbentuk akan mengalami vibrasi regangan yang akan membuat gugus fungsi baru. Berdasarkan analisis difaktogram, diperoleh bahwa fasa karbon amorf yang terbentuk pada setiap sampel didukung oleh hasil FTIR yang mengindikasikan adanya gugus fungsi Si-OH, Si-O-Si, Si-O, C=O, O-H dan H-O-H, dan hasil EDS yaitu munculnya unsur C, Si, N, dan O.

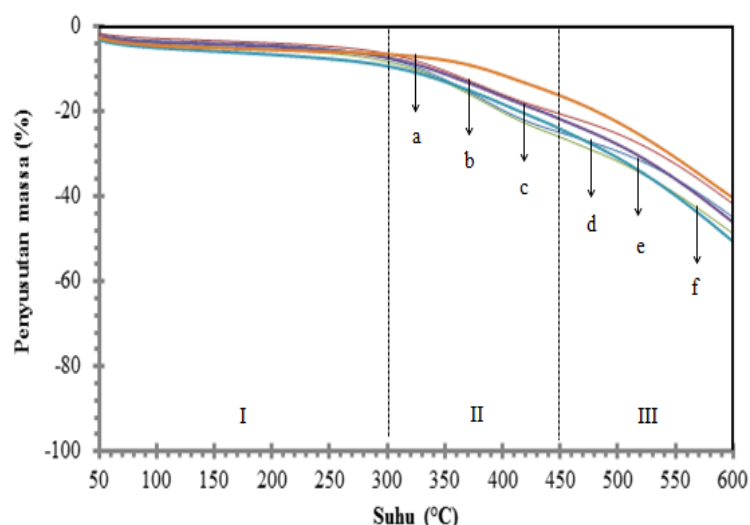
### Hasil Karakterisasi DTA/TGA

Hasil yang disajikan berupa puncak endotermik dan puncak eksotermik. Pada **Gambar 2(a-f)** sampel AK1, AK2, AK3,

AK4, AK5, dan AK6 terdapat puncak endotermik yang terbentuk pada suhu 100°C - 253°C, hal ini merupakan akibat terjadinya penguapan air dan sisa organik mungkin ada selama persiapan sampel. Selanjutnya terjadi puncak eksotermik pada sampel (a) AK1 sekitar 380°C, sampel (b) AK2 pada 360°C, sampel (c) AK3 pada 368°C, sampel (d) AK4 pada 354°C dan 437°C, sampel (f) AK5 pada 354°C dan 445°C. Pada puncak 300-450°C dapat ditetapkan untuk dehidrasi molekul asphaltene, Hal ini diakibatkan oleh dekomposisi dari O dan H (air) dari dalam karbosil dengan karbon dari aspal yang menghasilkan ikatan karbonil dengan gugus fungsi C=O atau ikatan C-H. Sesuai dengan hasil TGA yang diperoleh pada **Gambar 3**.



**Gambar 2.** Hasil uji DTA pada semua sampel.



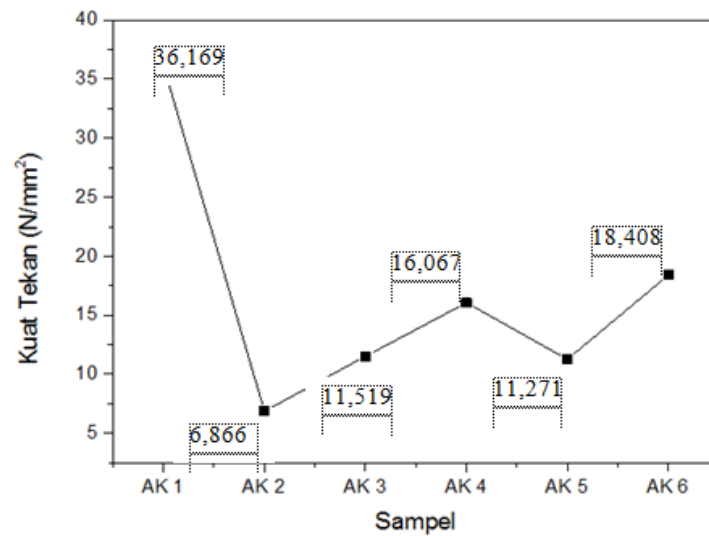
Gambar 3. Hasil uji TGA pada semua sampel.

Karakteristik termal sampel dievaluasi dengan menganalisis sampel dengan TGA/DTA. Termogram TGA sampel dengan komposisi aspal dan karbosil sekam padi yang berbeda dikompilasi pada **Gambar 3**. Pada proses terjadinya penyusutan massa terdapat tiga daerah utamapada daerah I dengan rentang suhu 50-300 °C menunjukkan penurunan massa sampel akibat dari proses evaporasi atau penguapan air akibat adanya perlakuan panas pada sampel. Dengan adanya penyusutan massa pada sampel a sampai g menunjukan bahwa sampel telah kering. Pada daerah II memiliki pengurangan massa yang lebih besar dibandingkan pada daerah I. Hal ini terjadi karena suhu yang meningkat mempengaruhi pencairan aspal yang masuk kedalam rongga pada karbosil yang menyebabkan massa yang dimiliki sampel akan bertambah dan penyusutan massa yang terjadi pada daerah II menjadi lebih besar dibandingkan dengan pada daerah I. Dan pada daerah III penyusutan massa secara drastis ini mengindikasikan

adanya proses penguapan senyawa volatil atau proses dekomposisi dari karbosil dan asphaltene. Hal ini sesuai dengan hasil analisis FTIR yang menunjukkan bahwa gugus fungsi O-H yang terbentuk mengalami vibrasi regangan yang kemudian membentuk gugus fungsi baru yaitu silanol (Si-O-Si) serta gugus fungsi C-H yang mengalami vibrasi regangan karbonil.

## 2. Uji Kuat Tekan

Uji sifat mekanik sampel (kuat tekan) dilakukan pada sampel AK1, AK2, AK3, AK4, AK5, dan AK6 yang disajikan pada **Gambar 4**. Hasil uji kuat tekan pada sampel AK1 memiliki nilai tertinggi sebesar 36,169 N/mm<sup>2</sup>, hal ini sesuai dengan karakteristik karbosil yaitu memiliki kekerasan yang tinggi [10]. Setelah dilakukan perpaduan aspal karbosildengan variasi komposisi mengakibatkan nilai kuat tekan mengalami naik turun, hal ini disebabkan karna paduan aspal dan karbosil yang ditambahkan komposisi dari keduanya berbeda-beda.



**Gambar 4.** Hasil uji kuat tekan.

Paduan AK2 nilai kuat tekan menurun drastis pada nilai 6,866 N/mm<sup>2</sup> penurunan ini disebabkan penambahan aspal dengan komposisi yang sangat sedikit sehingga membuat paduan tidak seimbang aspal tidak mengikat karbosil sempurna ataupun pori-pori pada karbosil tidak tertutup sempurna. Kemudian meningkat pada AK3 dan AK4 yaitu 11,519 N/mm<sup>2</sup> dan 16,067 N/mm<sup>2</sup>. Peningkatan ini diakibatkan oleh paduan aspal yang digunakan lebih besar atau ditambah dan karbosil yang digunakan lebih sedikit dari paduan sebelumnya. Tetapi mengalami penurunan pada paduan AK5 yaitu 11,271 N/mm<sup>2</sup> dan mengalami peningkatan yang paling tinggi AK6 untuk paduan aspal dan karbosil yaitu sebesar 18,408 N/mm<sup>2</sup> sehingga pada paduan ini nilai kuat tekan paling baik untuk komposisi paduan aspal dan karbosil.

### KESIMPULAN

Hasil XRD menunjukkan bahwa paduan aspal karbosil tidak mengalami reaksi sehingga tidak merubah struktur fasa amorfnya. Hasil ini didukung dengan

munculnya unsur C, O, N, dan Si pada EDS dan munculnya gugus fungsi Si-OH, Si-O-Si, Si-O, C-H, dan C=O. Dan hasil DTA menunjukkan meningkatnya dekomposisi dengan bertambahnya suhu yang dibuktikan pada TGA terjadinya penyusutan massa. Selain itu hasil uji kuat tekan pada sampel dengan penambahan komposisi aspal sangat berpengaruh karena pada sampel yang kekurangan aspal memiliki kuat tekan yang lebih rendah ini disebabkan karbosil tidak diikat sempurna oleh aspal, atau pada karbosil tidak tertutup aspal dengan sempurna. Maka dapat disimpulkan rasio yang baik untuk aspal bila ditambahkan karbosil yaitu dengan komposisi 3:7 untuk desain perkerasan jalan karena memiliki kekuatan tekan yang tinggi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing penelitian, kepala laboratorium fisika material FMIPA Universitas Lampung dan kepada tim yang terlibat dalam penelitian dan pembuatan jurnal ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Becker Y, Mendez P. M., and Rodriguez Y. 2001. Polymer modified asphalt. *Vis Techlo*. Vol. 9.No. 1. Pp. 39-48.
- [2] Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspa Campuran Panas*. Granit. Jakarta.
- [3] Ho, S., Church, R., Klassen, K., Law, B., Mocleod, D., and Zanzatto, L. 2006. Study of recycled polyethylene materials as asphalt modifiers. *Canadian Journal Civil Engineering*. Vol. 33. No. 8. Hal. 968-981.
- [4] Yildirim, Y. 2007. Polymer modified asphalt binders. *Construction and Building Materials*. Vol. 21. No. 1. Hal. 66-72.
- [5] Ouyang, C., Wang, S., Zhang, Y., and Zhang, Y. 2005. Low density polyethylene/silica compound modified asphalts with high temperature storage stability. *Journal of Applied Polymer Science*. Vol. 101. Hal. 472-479.
- [6] Brinker, C. J. And Scherer, G. W. 1990. Sol Gel Science The Pyhsics and Chemistry of Sol Gel Processing. United State of America. *Academic Press*.
- [7] Daifullah, A., Girgis, B., and Gad, H. 2003. Utilization of agro-residues (rice husk) in small waste water treatment plans. *Journal of Materials Letters*. Vol. 57.Hal.1723-1731.
- [8] Yang, J., and Tighe, S. 2013. A review of advances of nanotechnology in asphalt mixtures. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. Vol. 96. Hal. 1269-1276.
- [9] Sembiring, S., Riyanto, A., Situmeang, R., and Sembiring, Z. 2019. Bituminous Composite Comprsing Amorphous Silica from Rice Husks. *journal of ceramic*. Vol. 63. No. 3. Hal. 277-284.
- [10] Simanjuntak W., Sembiring S., and Sebayang K. 2012. Effect of pyrolysis temperatures on composition and electrical conductivity of carbosil prepared from rice husk. *Indonesian Journal of Chemistry*. Vol. 12. No. 2. Hal. 119-125.

