

SINTESIS WHISKER SILIKON KARBID

Bagian II: Disintesis dari serat karbon dan *silica fume*

Tjokorda Gde Tirta Nindhia¹, I. B. Agra², Jamasri³, Kusnanto⁴

ABSTRACT

This work investigated the use of carbon fiber and silica fume as a source of raw material for the production of silicon carbide whisker. Carbon and silica fume as the starting materials in the ratio of 7:10 by weight, were mixed in a jar mill for 8 hour. This mixture was then charged in an alumina crucible and heated at 1500°C for 1 hour with a heating rate of 2°C/min. in argon atmosphere having flow rate of 2 liter/min. The product contained silicon carbide, silica, and excess carbon. To remove the residual carbon, the product was put in a furnace and heated at 900°C for 1 hour. Its silica contents was eliminated by dissolving it in a boiling NaOH solution. The final product was silicon carbide in the form of particulate, needle-like SiC whisker, wool-like SiC whisker, and long SiC whisker.

Key words: SiC whisker, carbon fiber, silica fume.

PENGANTAR

Whisker silikon karbid (SiC) merupakan keramik bukan oksid, yang mempunyai aplikasi yang penting dalam bidang elektronika, semikonduktor, pahat bubut, abrasives, energi nuklir, *sealing rings*, *rocket* dan lain-lainnya (Oaikhinan, 1999).

Bahan ini berbentuk seperti filamen yang sangat kecil dan mendekati kristal tunggal sehingga memiliki kemurnian dan kekuatan yang tinggi (Jiemo dkk, 1988).

Semenjak ditemukan pertama kalinya oleh Lee dan Cutler (1975), bahan ini dapat disintesis dari karbon dan silika *amorphous* yang terdapat dalam sekam padi. Selanjutnya cara ini banyak dikembangkan sebagai metode untuk memproduksi silikon karbid dari berbagai bahan yang merupakan sumber karbon dan silika dalam keadaan *amorphous*.

Serat karbon adalah salah satu sumber karbon yang telah tersedia secara komersial, yang diproduksi

Cutler (1975), yaitu SiC dapat disintesis dari silika *amorphous* dan karbon yang terdapat dalam sekam padi.

Beberapa penelitian dapat menghasilkan whisker SiC tanpa melalui proses pengurangan sekam padi. Padi dibakar di udara terbuka sehingga menghasilkan silika *amorphous* tanpa kandungan karbon lagi di dalamnya. Kemudian, karbon ditambahkan ke dalam abu itu lalu direaksikan pada temperatur tinggi dalam atmosfer gas *inert* untuk menghasilkan Whisker SiC (Horne dan Ottis, 1981; Harada, 1986; Horne dkk, 1981).

Yamamoto (1985) berhasil menyintesis whisker SiC dengan silika gel sebagai pengganti abu sekam dan serbuk karbon.

Horne dkk, (1981), berhasil menyintesis whisker SiC dari serat karbon dan abu sekam padi sebagai sumber silika *amorphous*. Serat karbon yang digunakan berasal dari karbonisasi rayon dan *pitch*. Reaksi dilakukan pada suhu 1500°C dan dihasilkan

CORE

[Metadata, citation and similar papers at core.ac.uk](http://core.ac.uk)

Provided by UGM Journals, OAI Repository

Salah satu sumber silika *amorphous* yang banyak tersedia di pasaran adalah *silica fume* (Kumar dan Roy, 1984).

Penelitian ini bertujuan untuk mencoba menyintesis whisker SiC dari serat karbon dan *silica fume*.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian untuk menyintesis whisker SiC berkembang cepat setelah ditemukan oleh Lee dan

LANDASAN TEORI

Reaksi antara silika dan karbon pada temperatur tinggi yang memungkinkan terbentuknya silikon karbid berdasarkan penelitian Lee dan Cutler (1975) dan Oaikhinan (1999) telah dijelaskan di bagian I makalah ini. Karena reaksi terjadi melalui fase gas, maka sintesis whisker silikon karbid akan berhasil dengan baik jika partikel karbon yang digunakan berukuran sangat kecil dan silika yang digunakan

¹ Tjokorda Gde Tirta Nindhia, ST, MT, karya siswa S3, Fakultas Teknik, UGM

² Prof. Dr. Ir. Ida Bagus Agra, Guru Besar Teknik Kimia, UGM, Yogyakarta

³ Ir. Jamasri, Ph.D, Dosen Jurusan Teknik Mesin, UGM, Yogyakarta

⁴ Dr-Ing. Ir. Kusnanto, Dosen Jurusan Teknik Fisika, UGM, Yogyakarta.

disamping memiliki ukuran partikel yang halus juga harus *amorphous* (Horne dkk, 1991; Nutt, 1988).

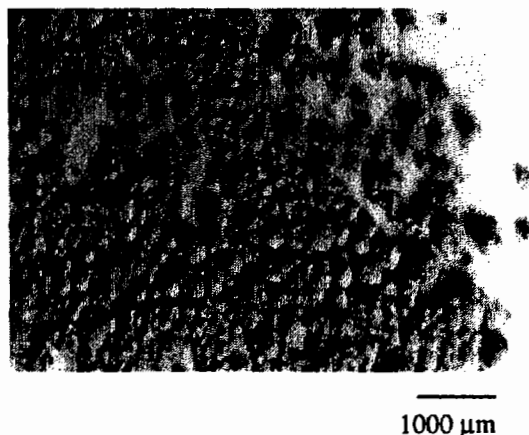
Silica fume dibuat melalui oksidasi uap SiCl_4 dalam nyala oksihidrogen melalui proses yang disebut hidrolisis nyala, merupakan silika *amorphous* dengan ukuran partikel submikron, bersifat seperti asap jika dibebar di udara (Kumar dan Roy, 1985; Prasad dkk, 2002). Berdasarkan hal itu maka *whisker* silikon karbid dapat disintesis dari serat karbon dan *silica fume*.

METODE PENELITIAN

Serat karbon seperti tampak pada gambar 1, diuji terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan karbonnya dengan menggunakan metode gravimetri. Hasil pengujian menunjukkan serat karbon komersial yang digunakan mengandung 99,879% karbon. *Silica fume* yang digunakan seperti tampak pada gambar 2. *Silica fume* jenis ini mengandung 96% silika dengan ukuran partikel dibawah 1 μm .



Gambar 1. Serat karbon



Gambar 2. *Silica fume*

Serat karbon selanjutnya dipotong sependek mungkin dan dicampur dengan *silica fume* dengan perbandingan berat 7:10. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan *jar mill* selama 8 Jam.

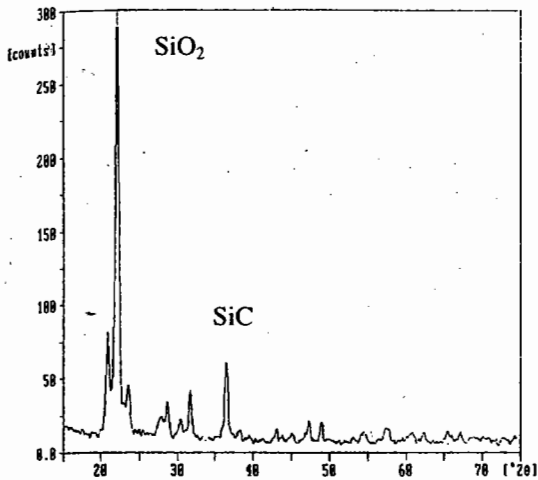
Campuran serat karbon dan *silica fume* dimasukkan dalam kowi (*crucible*) terbuat dari alumina dan direaksikan dalam tungku listrik yang dilengkapi dengan pengatur aliran gas argon. Skema cara kerja pengaliran gas argon ke dalam tungku dapat dilihat di bagian I makalah ini. Pengaturan aliran gas juga dilengkapi dengan filter gas pada bagian keluaran karena proses ini menghasilkan gas karbon monoksida yang mematikan. Laju pemanasan diset pada $2^\circ\text{C}/\text{menit}$ sampai mencapai 1500°C dan ditahan pada suhu ini selama 1 jam. Gas argon dengan laju aliran 2 liter/menit mulai dialirkan saat suhu dalam tungku mencapai 300°C . Tungku selanjutnya dimatikan dan dibiarkan mengalami pendinginan alami dalam tungku. Karakterisasi hasil reaksi dilakukan dengan *diffractometer* sinar-X dengan tabung anoda Cu, tegangan 40kV, arus 35 mA, $\lambda_1 = 1,54060 \text{ \AA}$, $\lambda_2 = 1,54439 \text{ \AA}$ dan difoto dengan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM), dengan terlebih dahulu melapisi spesimen dengan paduan emas-paladium dengan teknik *sputtering*.

Hasil reaksi terdiri dari silika, silikon karbid, dan sisa-sisa karbon yang tidak bereaksi. Pemurnian silikon karbid dilakukan dengan mereaksikan dalam larutan NaOH 50% vol. dalam keadaan mendidih untuk memisahkan dengan silika, dan penghilangan sisa karbon dilakukan dengan memanaskan produk pada suhu 900°C selama 1 jam dalam tungku listrik dengan atmosfer udara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dengan *diffractometer* sinar-X menunjukkan produk hasil reaksi terdiri dari SiO_2 (kristobalit) dan silikon karbid (SiC) seperti tampak pada gambar 3.

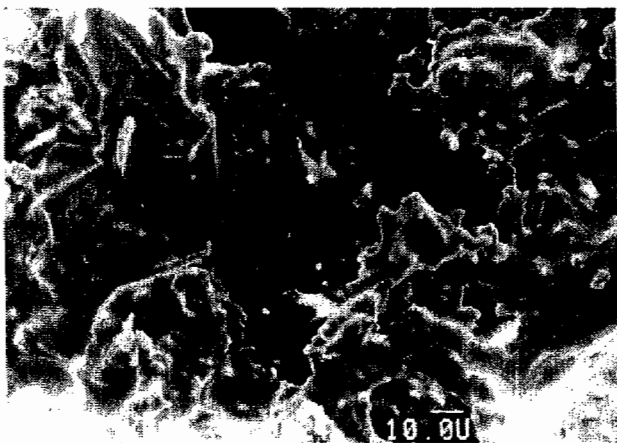
Gambar 4(a) dan Gambar 4(b) adalah foto SEM spesimen sebelum direaksikan dengan NaOH untuk memisahkan SiC dengan Silika. Pada gambar 4(a) terlihat *whisker* SiC yang terbentuk berupa *wool-like*. Gambar 4(b) menunjukkan adanya *whisker* SiC yang masih tertutup oleh silika. Untuk memisahkan SiC dengan silika, spesimen direaksikan dengan NaOH, menghasilkan silikon karbid sebanyak 15,66% berat, seperti tampak pada gambar 5. Silikon karbid yang dihasilkan berbentuk *particulate*, dan *whisker*. *Whisker* SiC yang dihasilkan berbentuk *Needle-like*, *wool-like*, *Needle like* dengan ujung bola, dan *whisker* SiC yang panjang (*long SiC whisker*).



Gambar 3. Hasil pengujian dengan difraksi sinar-X menunjukkan produk pengandung SiC dan SiO₂

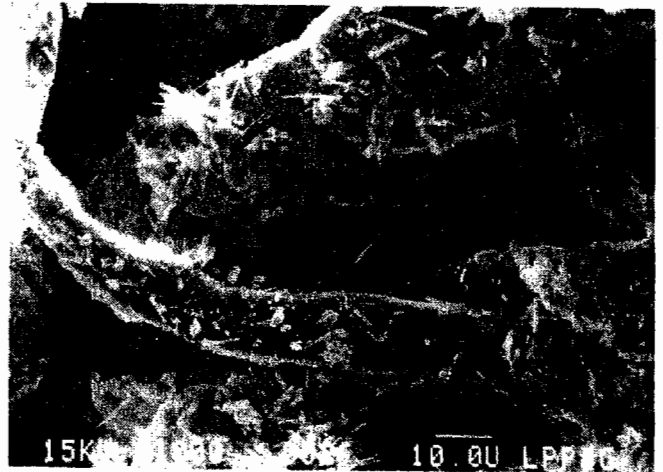


(a)



(b)

Gambar 4. Hasil reaksi sebelum direaksikan dengan NaOH. (a) Spesimen terdiri dari silika dan whisker SiC berbentuk wool-like. (b) Whisker SiC masih tertutup silika.



Gambar 5. Spesimen setelah direaksikan dengan NaOH. Whisker SiC yang dihasilkan berbentuk *needle-like*, *needle-like* dengan ujung bola, dan whisker SiC yang panjang (*long SiC whisker*).

KESIMPULAN

Serat karbon dan *silica fume* dapat digunakan sebagai bahan baku untuk membuat silikon karbid, khususnya silikon karbid dalam bentuk *whisker*. Dengan mereaksikan campuran serat karbon dan *silica fume* pada temperatur 1500°C dengan laju pemanasan 2°C/menit dalam atmosfer gas argon dengan laju aliran gas 2 liter/menit dapat diperoleh *whisker* silikon karbid yang berbentuk *needle-like*, *needle-like* dengan ujung berbentuk bola, *wool-like*, dan *whisker* yang panjang (*long SiC whisker*)

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis 1, mengucapkan terimakasih kepada Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada atas izin yang diberikan untuk melakukan penelitian di laboratorium Ilmu Bahan dan Laboratorium Keramik.

DAFTAR PUSTAKA

- Harada, J., 1986, Process for Production Silicon Carbide Whisker, United State Patent No. 4,605,542.
- Horne, Jr., Ottis, J., Grindstaff, and Lloyd, I., 1981, Preparation of SiC Whisker, United State Patent No. 4,284,612.
- Horne, Jr. and Ottis, J., 1981, Production of SiC Whisker, United State Patent No. 4,283,375.
- Jain, M. K. and Abhiraman, A. S., 1987, Conversion of Acrylonitrile-Based Precursor Fibres to Carbon Fibres, *Journal of Material Science*, 22, 278-300.

- Jiemo, T., Lingling, W., Baoqing, Z., and Guangguo, P., 1988, Microstructure and Growth Mechanism of SiC *whisker*, Proceedings of the Third International Symposium, 148-154, Las Vegas.
- Kumar, A. and Roy, D. M., 1984, A Study of Silica-Fume-Modified Cement of Varied Finenes, **J. Am. Ceram. Soc.**, **67**(1), 61-64.
- Lee, G. J., and Cutler, I. B., 1975, Formation of Silicon Carbide from Rice Hulls, **J. Am. Ceram. Soc.**, **54** (2), 195-198.
- Milewski, J. V., Gac, D. F., Petrovic, J. J., and Skaggs, S. R., 1985, Growth of Beta-Silicon Carbide *Whiskers* by The VLS Process, **Journal of materials Science**, **20**, 1160-1166.
- Nutt, S., R., 1988, Microstructure and Groath Model for Rice-Hull-Derifed SiC Whisker, **J. Am. Ceram. Soc.**, **71**(3), 149-156.
- Oaikhinan, E. P., 1999, Synthesis of Aluminium and Silicon-Based Ceramic Powders from A Nigerian Clay , **Interceram**, **48** (1), 22- 29
- Prasad, C. S., Maiti, K. N., and Venugopal, R., 2002, Effect of Silica Fume Addition on The Properties of Whiteware Composition, **Ceramics International**, **28**, 9-15.
- Sharma, N. K. and Williams, W. S., 1984, Formation and Structure of Silicon Carbide *Whiskers* from Rice Hulls, **J. Am. Ceram. Soc.**, **67** (11), 715-720.
- Yamamoto, A., 1985, Process for Preparing Silicon Carbide *Whisker*, United State Patent No. 4,500,504.