

## Sintesis dan karakterisasi boron karbida dari asam borat, karbon, dan asam sitrat sebagai fasa penguat komposit material tahan peluru alumina-titania

Musni Ahyani, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20277874&lokasi=lokal>

---

### Abstrak

Boron Karbida (B<sub>4</sub>C) dapat disintesis dari berbagai macam bahan dan metode. Dalam penelitian ini dipilih pembuatan boron karbida dengan metode reduksi karbotermik dari bahan asam borat, karbon aktif dan asam sitrat. Boron karbida hasil sintesis kemudian digunakan sebagai fasa penguat komposit material tahan peluru alumina-titania. Proses sintesis dilakukan dengan beberapa komposisi (F 1-F8) dan beberapa teknik pencampuran. Secara garis besarnya asam sitrat dan asam borat dicampur kemudian ditambahkan karbon aktif. Selanjutnya dilakukan teknik mixing yang berbeda, yaitu milling dengan potmill dan milling dengan vibrator ballmill, untuk memperoleh ukuran butiran yang berbeda. Campuran reaktan hasil mixing kemudian dilakukan kalsinasi, di press sehingga berbentuk pelet, kemudian dilakukan sintering pada kondisi argon dengan temperatur yang bervariasi. Hasil sintesis dikarakterisasi dengan menggunakan difraksi sinar-X (XRD), Fourier Transformator Infra Red (FTIR), uji mikrostruktur dengan Scanning-Electron Microscope (SEM), lalu dibandingkan dengan karakteristik boron karbida produk Aldrich sebagai standar. Proses sintering pembuatan komposit alumina-titania berpenguat B<sub>4</sub>C dilakukan pada temperatur 1600 °C. Plate basil sintering diuji hardness dan fracture toughness-nya, lalu dilakukan nilai D balistik.

Dari hasil sintesis didapat komposisi optimal pada F2 yaitu pada komposisi asam sitrat 1/6 mol, hal ini dapat dilihat dari hasil pembentukan B<sub>4</sub>C pada temperatur 1450 °C dan 1560 °C pada Metode-I (milling dengan potmill dengan ukuran butir reaktan &plusmn; 300 mesh). Pembentukan B<sub>4</sub>C terbanyak terjadi pada temperatur 1560 °C yaitu terbentuk fasa &plusmn; 83,96 % B<sub>4</sub>C (R3m) dengan struktur kristal rombohedral, 2,56 % B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (P31) struktur kristal heksagonal dan 13,48 % C (P63/mmc) struktur kristal heksagonal. Dari hasil sintesis Metode-II (milling dengan vibrator ballmill ukuran butir reaktan &plusmn; 87 % dibawah 1 mikron) pembentukan B<sub>4</sub>C dapat terjadi pada temperatur lebih rendah yaitu 1300 °C terbentuk &plusmn; 75,11 % B<sub>6</sub>C (R3m) dengan struktur kristal rombohedral, 0,165 % C (P63/mmc) struktur mm heksagonal, 12,78 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (R3c) struktur kristal trigonal, 10,45 % B<sub>6</sub>O (R3mH) struktur kristal rombohedral, 1,64 % B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (P3121) struktur kristal trigonal/rombohedral. Hasil karakterisasi dengan FTIR fasa B<sub>4</sub>C dari hasil sintesis menunjukkan finger print (1087,65 cm<sup>-1</sup>) yang identik dengan standar B<sub>4</sub>C produk Aldrich (1079,64 cm<sup>-1</sup>); hal ini memperkuat hasil XRD. Sedangkan hasil SEM belum terlihat jelas karena adanya agregat dan masih bercampur dengan fasa lain. B<sub>4</sub>C hasil sintesis yang digunakan sebagai fasa penguat pada alumina-titania menunjukkan peningkatan nilai D balistik yang signifikan. Pada temperatur sintering 1600 °C penambahan 3% berat B<sub>4</sub>C pada alumina-titania menghasilkan nilai kekerasan 10,6118 GPa dan fracture toughness 3,08 MPa m<sup>1/2</sup>, nilai D (Balistik) 127,658.(c). Alumina-titania tanpa B<sub>4</sub>C menghasilkan nilai kekerasan 10,4474 GPa, fracture toughness 3.12 MPa m<sup>1/2</sup>, nilai D (Balistik) 122,641.(c). Dapat disimpulkan bahwa B<sub>4</sub>C hasil sintesis sudah dapat dipakai sebagai material tahan peluru, walaupun dalam hal ini hasil sintesis belum dimurnikan.

Boron carbide (B<sub>4</sub>C) can be synthesized by various materials and methods. In this research, boron carbide was synthesized from boric acid, active carbon and citric acid by using carbothermic reduction method. Boron carbide from this synthesis was used as reinforced material for body armor composite alumina-titania. The synthesis was conducted through several methods. In general, citric acid and boric acid were mixed and added with active carbon. In this case, two different mixing were used, pottmill and vibrator ballmill mixing. The mixing result was then encrusted at 450 °C and pressed to form a pellet, afterward it was sintered in argon condition with various temperatures. The synthesis results were characterized by using X-Ray Diffraction (XRD), the microstructure of synthesis result was characterized by Scanning Electron Microscope (SEM) and Fourier Transformator Infra Red (FTIR), and then it was compared to the boron carbide standard from Aldrich.

The synthesis result was used as a reinforced in alumina-titania in several composition at sintering temperature of 1600 °C and 2 hours of holding time. A plate resulted from the sintering was tested for the hardness and fracture toughness and its D ballistic-value was calculated. The optimal composition F2 of the synthesis result was obtained at 1/6 mol of citric acid at 1450 °C and 1560 °C by using Method-I (pottmill milling grain size >plusmn; 300 mesh). The highest percentage of B<sub>4</sub>C occurred at 1560 °C in which the reaction yielded in >plusmn; 83.96 % B<sub>4</sub>C (R3m) rhombohedral, 2.56 % B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (P31) hexagonal and 13.48 % C (P63/mmc) hexagonal. The Synthesis result from Method-II (milled by vibrator ballmill mixing, grain size >plusmn; 87% below 1 micron) the B<sub>4</sub>C formation is obtained at a lower temperature (1300 °C), consisted of >plusmn; 75.11 % B<sub>4</sub>C (R3m) rhombohedral, 0.165 % C (P63/mmc) hexagonal, 12.18 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (R3c) trigonal, 10.45 % B<sub>6</sub>O (R3mH) rhombohedral and 1.64 % B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (P3121) in trigonal/rhombohedral. FTIR analysis showed B<sub>4</sub>C's linger print ( 1087.65 cm<sup>-1</sup>) that identical with B<sub>4</sub>C standard from Aldrich (1079.64 cm<sup>-1</sup>) which comformed fhe XRD result, whereas the SEM result was still unclear due to the formation of aggregate that mingled with other phases. The synthesis result of B<sub>4</sub>C, which is used as a reinforced on alumina-titania composite showed a significant increase in D ballistic value. Using 3% weight of B<sub>4</sub>C as a reinforced in alumina-titania composite and sintering at 1600 °C resulted in 10.6118 GPa of hardness and 3,08 MPa m<sup>1/2</sup> of fracture toughness, and 127.658.(c) of D Balisstic value. It can be concluded that the B<sub>4</sub>C from this synthesis can be used as a body armor material, regardless its purity. A re-synthesis process yielded in better B<sub>4</sub>C proven by XRD end FTIR result, however, in this research, the re-synthesis result sample was not further tested as a reinforced in alumina-titania composite.