

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 (B₄C) 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 B₄C 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 B₄C pada temperatur 1450 °C dan 1560 °C pada Metode-I (milling dengan potmill dengan ukuran butir reaktan ± 300 mesh). Pembentukan B₄C terbanyak terjadi pada temperatur 1560 °C yaitu terbentuk fasa ± 83,96 % B₄C (R3m) dengan struktur kristal rombohedral, 2,56 % B₂O₃ (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 ± 87 % dibawah 1 mikron) pembentukan B₄C dapat terjadi pada temperatur lebih rendah yaitu 1300 °C terbentuk ± 75,11 % B₆C (R3m) dengan struktur kristal rombohedral, 0,165 % C (P63/mmc) struktur mm heksagonal, 12,78 % Fe₂O₃ (R3c) struktur kristal trigonal, 10,45 % B₆O (R3mH) struktur kristal rombohedral, 1,64 % B₂O₃ (P3121) struktur kristal trigonal/rombohedral. Hasil karakterisasi dengan FTIR fasa B₄C dari hasil sintesis menunjukkan finger print (1087,65 cm⁻¹) yang identik dengan standar B₄C produk Aldrich (1079,64 cm⁻¹); hal ini memperkuat hasil XRD. Sedangkan hasil SEM belum terlihat jelas karena adanya agregat dan masih bercampur dengan fasa lain. B₄C 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 B₄C pada alumina-titania menghasilkan nilai kekerasan 10,6118 GPa dan fracture toughness 3,08 MPa m^{1/2}, nilai D (Balistik) 127,658.(c). Alumina-titania tanpa B₄C menghasilkan nilai kekerasan 10,4474 GPa, fracture toughness 3.12 MPa m^{1/2}, nilai D (Balistik) 122,641.(c). Dapat disimpulkan bahwa B₄C hasil sintesis sudah dapat dipakai sebagai material tahan peluru, walaupun dalam hal ini hasil sintesis belum dimurnikan.

Boron carbide (B₄C) 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 B₄C occurred at 1560 °C in which the reaction yielded in >plusmn; 83.96 % B₄C (R3m) rhombohedral, 2.56 % B₂O₃ (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 B₄C formation is obtained at a lower temperature (1300 °C), consisted of >plusmn; 75.11 % B₄C (R3m) rhombohedral, 0.165 % C (P63/mmc) hexagonal, 12.18 % Fe₂O₃, (R3c) trigonal, 10.45 % B₆O (R3mH) rhombohedral and 1.64 % B₂O₃ (P3121) in trigonal/rhombohedral. FTIR analysis showed B₄C's linger print (1087.65 cm⁻¹) that identical with B₄C standard from Aldrich (1079.64 cm⁻¹) 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 B₄C, which is used as a reinforced on alumina-titania composite showed a significant increase in D ballistic value. Using 3% weight of B₄C as a reinforced in alumina-titania composite and sintering at 1600 °C resulted in 10.6118 GPa of hardness and 3,08 MPa m^{1/2} of fracture toughness, and 127.658.(c) of D Balisstic value. It can be concluded that the B₄C from this synthesis can be used as a body armor material, regardless its purity. A re-synthesis process yielded in better B₄C 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.