

Pemanfaatan Ampas Kopi Menjadi Sumber Karbon pada Pembentukan Komposit dengan SiO₂ sebagai Superkapasitor = Utilization of Coffee Grounds as a Carbon Source in the Formation of Composites with SiO₂ as Supercapacitor

Imam Hidayat Nurwahid, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20520360&lokasi=lokal>

Abstrak

Superkapasitor merupakan perangkat penyimpanan energi yang belakangan ini banyak dikembangkan karena mempunyai kelebihan dibandingkan perangkat lainnya. Pengembangan perangkat ini utamanya dilakukan terhadap material elektrodanya. Material elektroda yang umum digunakan pada superkapasitor adalah karbon. Karbon dapat diperoleh dari limbah biomassa, seperti ampas kopi. Pada penelitian ini, telah berhasil memanfaatkan ampas kopi sebagai prekursor karbon melalui proses pirolisis dan dikarakterisasi menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF), X-Ray Diffraction (XRD), Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Scanning Electron Microscopy (SEM), Raman Spectroscopy, dan Transmission Electron Microscopy (TEM). Berdasarkan hasil karakterisasi XRF, diketahui bahwa karbon dari ampas kopi memiliki pengotor berupa mineral atau makronutrien serta mikronutrien, serta data FTIR menunjukkan bahwa karbon ampas kopi memiliki gugus fungsi dengan kandungan oksigen yang lebih banyak daripada karbon komersial yang menandakan bahwa masih terdapat senyawa organik yang tersisa. Data karakterisasi XRD dan Raman spektrometri mengkonfirmasi bahwa karbon ampas kopi memiliki struktur amorf. Mikrograf SEM menggambarkan karbon ampas kopi memiliki morfologi seperti lembaran tidak beraturan yang bertumpuk tidak rapi. Karbon ampas kopi dan karbon komersial disintesis menjadi grafena oksida (GO) melalui metode Hummer yang dimodifikasi. Data XRD menunjukkan bahwa hasil sintesis GO ampas kopi memiliki struktur kristalinitas yang berbeda dari GO komersial. Berdasarkan mikrograf FE-SEM dan TEM, dapat diketahui bahwa GO ampas kopi dan komersial memiliki morfologi lembaran-lembaran, namun terjadi penggumpalan pada GO ampas kopi. Hasil analisis BET didapatkan luas permukaan GO komersial yang lebih tinggi dari pada GO ampas kopi. Karbon dan GO dari kedua jenis karbon tersebut kemudian dijadikan komposit dengan penambahan nanopartikel SiO₂ menggunakan metode sonokimia. Berdasarkan data karakterisasi XRD, FTIR, dan Raman spektroskopi, dapat diketahui bahwa proses sintesis komposit telah berhasil. Mikrograf FE-SEM dan TEM menunjukkan bahwa nanopartikel SiO₂ tersebar di permukaan karbon dan GO, serta terjadi peningkatan luas permukaan BET. Pengujian elektrokimia dengan menggunakan cyclic voltammetry (CV) dan electrochemical impedance spectroscopy (EIS) telah dilakukan terhadap kedelapan material dan dapat disimpulkan bahwa perubahan struktur karbon menjadi GO dan modifikasi dengan penambahan nanopartikel SiO₂ dapat meningkatkan nilai kapasitansi spesifik dan hambatan/resistansi dari karbon komersial dan karbon ampas kopi.

.....Supercapacitors are energy storage devices that have recently been developed because they have advantages over other devices. The development of this device is mainly carried out on the electrode material. The electrode material commonly used in supercapacitors is carbon. Carbon can be obtained from biomass waste, such as coffee grounds. In this study, coffee grounds have been used as carbon precursors through the pyrolysis process and were characterized using X-Ray Fluorescence (XRF), X-Ray Diffraction (XRD), Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Scanning Electron Microscopy (SEM), Raman

Spectroscopy, and Transmission Electron Microscopy (TEM). Based on the results of XRF characterization, it is known that carbon from coffee grounds has impurities in the form of minerals or macronutrients and micronutrients, and FTIR data shows that coffee grounds carbon has a functional group with more oxygen content than commercial carbon, which indicates that there are still organic compounds remaining. XRD and Raman spectrometric characterization data confirmed that coffee grounds carbon had an amorphous structure. SEM micrographs depict coffee grounds carbon having a morphology like irregular sheets stacked untidily. Coffee grounds carbon and commercial carbon were synthesized into graphene oxide (GO) by a modified Hummer method. XRD data showed that the synthesized GO coffee grounds had a different crystallinity structure from commercial GO. Based on the FE-SEM and TEM micrographs, it can be seen that the GO coffee grounds and commercially have a sheet morphology, but there is agglomeration in the GO coffee grounds. BET analysis showed that commercial GO surface area was higher than GO coffee grounds. Carbon and GO from the two types of carbon are then synthesized into composites with the addition of SiO₂ nanoparticles using sonochemical methods. Based on XRD, FTIR, and Raman spectroscopy characterization data, it can be seen that the composite synthesis process has been successful. FE-SEM and TEM micrographs show that SiO₂ nanoparticles are dispersed on the carbon surface, and an increase in the surface area of the BET. Electrochemical tests using cyclic voltammetry (CV) and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) have been carried out on the materials, and the result can be concluded that changes in the carbon structure to GO and modifications with the addition of SiO₂ nanoparticles can increase the specific capacitance and resistance/resistance values of commercial carbon and coffee grounds carbon