

INTISARI

Peran perangkat baterai ion litium sebagai penyimpan energi dan sumber tenaga semakin berkembang. Pada sistem rangkaian baterai ion litium, salah satu hal yang berperan terhadap performanya adalah anoda. Anoda merupakan elektroda berkutub negatif yang terlibat saat proses transfer ion litium menuju anoda (*charging*). Karbon berpori merupakan material yang dapat digunakan sebagai anoda baterai ion litium karena memiliki luas permukaan yang tinggi.

Polianilin (PANi) adalah jenis polimer yang saat ini dikembangkan dalam pengaplikasian sel elektrokimia karena nilai konduktivitas elektrik teoritisnya lebih besar. Walaupun memberikan konduktivitas yang baik, namun dalam penggunaannya sebagai elektroda, nilai kapasitansi PANi turun drastis ketika diuji dalam beberapa siklus. Berbagai macam usaha banyak dilakukan untuk menutupi kekurangan PANi, salah satunya membuat nanokomposit dengan karbon berpori. Karbon berpori memiliki konduktivitas yang rendah namun memiliki luas permukaan tinggi, sehingga hal tersebut dapat dioptimalkan dengan mengkompositkan polianilin pada pori-pori karbon.

Tahapan penelitian ini meliputi pembuatan material nanokomposit karbon berpori/PANi dengan jenis komponen karbon berpori yang diperoleh dari hasil karbonisasi polimer resorcinol-formaldehid (RFP), hasil karbonisasi cangkang kelapa sawit (PKS), dan Maxorb. Material karbon berpori/PANi yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan *N₂-sorption analyzer*, SEM-EDX, FTIR, TGA, dan *four-point probe*. Setelah dikarakterisasi, dilakukan pengujian performa elektrokimia *energy density* dan *power density* dalam elektrolit LiPF₆ 1 M pada berbagai variasi *scan rate*.

Hasil analisis SEM-EDX membuktikan bahwa polianilin telah berhasil dikompositkan dengan baik di dalam karbon berpori ditandai dengan kemunculan peak N pada hasil EDX material karbon berpori/PANi. Kemunculan gugus-gugus C=N, C-N, dan N-H pada hasil analisis FTIR karbon berpori/PANi juga membuktikan keberadaan polianilin di dalam karbon berpori. Hasil analisis *N₂-sorption analyzer* menunjukkan bahwa luas permukaan spesifik RFP menurun dari 2535,6 m² g⁻¹ hingga 816,19 m² g⁻¹ setelah dikompositkan dengan polianilin. Penurunan luas permukaan spesifik PKS dan Maxorb juga menurun masing-masing dari 708,1 m² g⁻¹ hingga 42,3 m² g⁻¹ dan dari 2643,67 m² g⁻¹ hingga 1422,38 m² g⁻¹. Berdasarkan hasil uji konduktivitas elektrik, nanokomposit karbon berpori/PANi mampu memperkecil resistivitas elektrik sehingga dapat memiliki nilai konduktivitas elektrik yang lebih tinggi dibandingkan karbon berpori. Nanokomposit RFP/PANi memiliki nilai *energy density* (E) dan *power density* (P) mencapai 242,8 Wh kg⁻¹ dan 202,3 kW kg⁻¹. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan E dan P material RFP, yaitu sebesar 177,8 Wh kg⁻¹ dan 148,1 kW kg⁻¹. Nilai E dan P nanokomposit RFP/PANi juga lebih tinggi dibandingkan nilai E dan P nanokomposit PKS/PANi (162,7 Wh kg⁻¹ dan 135,6 kW kg⁻¹) dan Maxorb/PANi (157,7 Wh kg⁻¹ dan 131,4 kW kg⁻¹). Selain itu, pengaruh variasi *dopant* saat polimerisasi anilin secara *in situ* juga dipelajari.

Kata kunci: nanokomposit; karbon berpori; polianilin; anoda; ion litium

ABSTRACT

The role of lithium-ion battery devices as energy storage and power sources is growing. In a lithium-ion battery circuit system, one of the things that contribute to its performance is the anode. The anode is the negative pole electrode which is involved in the process of transferring lithium ions to the anode (charging). Porous carbon is a material that can be used as an anode for lithium-ion batteries because it has a high surface area.

Polyaniline (PANi) is a type of polymer currently being developed for the application of electrochemical cells due to its higher theoretical electrical conductivity value. Although it provides good conductivity, in its use as an electrode, the PANi capacitance value drops drastically when tested in several cycles. Various attempts have been made to cover the shortage of PANi, one of which is to make nanocomposites with porous carbon. Porous carbon has a low conductivity but a high surface area, so that it can be optimized by nanocomposite polyaniline in the carbon pores.

The stages of this research included manufacturing porous carbon/PANi nanocomposite materials from precursors in the form of resorcinol-formaldehyde polymer (RFP), palm shell (PKS), and Maxorb. The resulting porous carbon/PANi material was characterized using an N₂-sorption analyzer, SEM-EDX, FTIR, TGA, and a four-point probe. After being described, the electrochemical performance was tested for energy and power density in 1 M LiPF₆ electrolyte at various scan rates.

The results of the SEM-EDX analysis proved that polyaniline has successfully nanocomposited well in porous carbon, as indicated by the appearance of N peaks in the EDX results of porous carbon/PANi material. The formation of C=N, C-N, and N-H groups in the FTIR analysis of porous carbon/PANi also proves the presence of polyaniline in porous carbon. The results of the N₂-sorption analyzer showed that the specific surface area of RFP decreased from 2535.6 m² g⁻¹ to 816.19 m² g⁻¹ after being nanocomposited with polyaniline. The reduced specific surface area of PKS and Maxorb also decreased from 708.1 m² g⁻¹ to 42.3 m² g⁻¹ and from 2643.67 m² g⁻¹ to 1422 m² g⁻¹, respectively. Based on the results of the electrical conductivity test, the porous carbon/PANi nanocomposite was able to reduce the electrical resistivity so that it could have a higher electrical conductivity value than porous carbon. The RFP/PANi nanocomposite has energy density (E) and power density (P) values reaching 242.8 Wh kg⁻¹ and 202.3 kW kg⁻¹. This value is higher than the E and P of RFP material, equal to 177.8 Wh kg⁻¹ and 148.1 kW kg⁻¹. The E and P values of the RFP/PANi nanocomposite were also higher than those of the PKS/PANi nanocomposite (162.7 Wh kg⁻¹ and 135.6 kW kg⁻¹) and Maxorb/PANi (157.7 Wh kg⁻¹ and 131.4 kW kg⁻¹). In addition, the variation of dopants during aniline in situ polymerization was also studied.

Keyword: nanocomposites; porous carbon; polyaniline; anode; lithium-ion