

## INTISARI

### Peningkatan Kinerja Baterai Lithium-Ion Melalui Rekayasa Morfologi *Nanoplate* Material Aktif $\text{LiFePO}_4$ dengan Metode *Surfactant-Assisted Solid State Reaction*

Oleh

Trias Prima Satya

21/476343/SPA/00786

Telah dilakukan penelitian untuk meningkatkan kinerja baterai lithium-ion melalui rekayasa morfologi *nanoplate* material aktif  $\text{LiFePO}_4$  dengan metode *Surfactant-Assisted Solid State Reaction*. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengembangkan material aktif  $\text{LiFePO}_4$  baru yang memiliki struktur morfologi, karakteristik elektrokimia, dan kinerja yang tinggi untuk aplikasi baterai lithium-ion.

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu sintesis  $\text{LiFePO}_4$  dengan metode *Surfactant-Assisted Solid State Reaction* menggunakan prekursor  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  yang dibuat dari proses presipitasi mineral ilmenite Indonesia (LFP Lokal), dan sebagai pembanding juga disintesis  $\text{LiFePO}_4$  dengan prekursor  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  komersial (LFP Komersial). Pada penelitian ini juga dilakukan pengembangan  $\text{LiFePO}_4$  dengan optimasi efek penambahan *Petroleum Jelly* sebagai pelarut *non-polar* dan  $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$  (Asam Oleat) sebagai surfaktan dengan rasio 0,5:1 (LFP A), 1:1 (LFP B), dan 2:1 (LFP C).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa LFP Lokal memiliki karakteristik kristalinitas dan ukuran nanopartikel yang lebih kecil dari pada LFP Komersial. Pada pengujian EIS, nilai resistansi transfer muatan LFP Lokal dan LFP Komersial masing-masing sebesar  $\sim 111,35 \Omega$  dan  $\sim 31,52 \Omega$ , sedangkan koefisien difusi diperoleh masing-masing sebesar  $1,419 \times 10^{-9} \text{ cm}^2 \cdot \text{S}^{-1}$  dan  $5,221 \times 10^{-10} \text{ cm}^2 \cdot \text{S}^{-1}$ . Pengujian pengisian/pengosongan pada 0,1 C menunjukkan nilai kapasitas spesifik LFP Lokal dan LFP Komersial masing-masing sebesar  $147 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$  dan  $118 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ . Pada optimasi efek variasi rasio *Petroleum Jelly* dengan  $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$  menunjukkan hasil bahwa penambahan *Petroleum Jelly* pada LFP B dapat menurunkan kualitas struktur morfologi dan kristalinitas dari pada LFP A, namun dengan penambahan lebih lanjut pada LFP C mampu memperbaiki kualitas dan ukuran morfologi menjadi *nanoplate*. Nilai resistansi transfer muatan LFP A, LFP B, dan LFP C dikalkulasi masing-masing sebesar  $198,32 \Omega$ ,  $289,57 \Omega$ , and  $234,57 \Omega$ , sedangkan nilai koefisien difusi masing-masing sebesar  $4,0 \times 10^{-20} \text{ cm}^2 \cdot \text{S}^{-1}$ ,  $6,13 \times 10^{-20} \text{ cm}^2 \cdot \text{S}^{-1}$ , dan  $1,44 \times 10^{-19} \text{ cm}^2 \cdot \text{S}^{-1}$ . Hasil pengujian pengisian/pengosongan baterai menunjukkan nilai kapasitas spesifik LFP A, LFP B, dan LFP C pada 0,1 C masing-masing sebesar  $138 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $147 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ , dan  $161 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ . Namun demikian, penambahan *Petroleum Jelly* yang semakin tinggi memiliki efek meningkatkan persentase jumlah karbon dan cacat lapisan karbon pada  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ , yang berdampak pada penurunan kapasitas spesifik pada *C-rate* tinggi (5 C) dan stabilitas kinerja  $\text{LiFePO}_4$  pada pengujian 100 siklus.

**Kata Kunci :**  $\text{LiFePO}_4$ , katoda, morfologi, baterai lithium-ion

## ABSTRACT

### **Enhancing Lithium-Ion Battery Performance by Nanoplate Morphological Modification of $\text{LiFePO}_4$ Active Materials Using Surfactant-Assisted Solid State Reaction Method**

By

Trias Prima Satya

21/476343/SPA/00786

Research has been done to enhance the performance of lithium-ion batteries through morphological modification of  $\text{LiFePO}_4$  active material nanoplates using the Surfactant-Assisted Solid State Reaction method. This study aimed to develop new  $\text{LiFePO}_4$  active materials with the best morphological structure, electrochemical characteristics, and performance for lithium-ion battery applications.

The method used in this research was to synthesize  $\text{LiFePO}_4$  using the Surfactant-Assisted Solid State Reaction method by  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  precursor processed from the Indonesian ilmenite mineral precipitation process (LFP Local). As a comparison,  $\text{LiFePO}_4$  was also synthesized by commercial  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  precursor (LFP Commercial). In this research,  $\text{LiFePO}_4$  development was also carried out by optimizing the effect of adding Petroleum Jelly as a non-polar solvent and  $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$  (Oleic Acid) as a surfactant with the ratio of 0.5:1 (LFP A), 1:1 (LFP B), and 2:1 (LFP C).

The results showed that LFP local has smaller crystallinity and nanoparticle size characteristics than LFP commercial. In the EIS test, the charge transfer resistance values of LFP Local and LFP Commercial were  $\sim 111.35 \Omega$  and  $\sim 31.52 \Omega$ , respectively, while the diffusion coefficients were  $1.419 \times 10^{-9} \text{ cm}^2 \cdot \text{S}^{-1}$  and  $5.221 \times 10^{-10} \text{ cm}^2 \cdot \text{S}^{-1}$ , respectively. The charge/discharge test at 0.1 C showed the specific capacity values of LFP Local and LFP Commercial was  $147 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$  and  $118 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ , respectively. Optimizing the effect of variations in the ratio of Petroleum Jelly to  $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$  showed that adding Petroleum Jelly to LFP B could reduce the quality of the morphological structure and crystallinity to LFP A. Still, a further addition to LFP C improved the quality and size of the morphology into nanoplates. The charge transfer resistance values of LFP A, LFP B, and LFP C were calculated to be  $198.32 \Omega$ ,  $289.57 \Omega$ , and  $234.57 \Omega$ , respectively, while the diffusion coefficient values were  $4.0 \times 10^{-20} \text{ cm}^2 \cdot \text{S}^{-1}$ ,  $6.13 \times 10^{-20} \text{ cm}^2 \cdot \text{S}^{-1}$ , and  $1.44 \times 10^{-19} \text{ cm}^2 \cdot \text{S}^{-1}$ , respectively. The battery charge/discharge test results showed that the specific capacity values of LFP A, LFP B, and LFP C at 0.1 C were  $138 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $147 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ , and  $161 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ , respectively. However, the higher addition of Petroleum Jelly has the effect of increasing the percentage of carbon and carbon layer defects in  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ , which has an impact on the decrease in specific capacity at high C-rate (5 C) and the stability of  $\text{LiFePO}_4$  performance in 100 cycle testing.

**Keywords:**  $\text{LiFePO}_4$ , cathode, morphology, lithium-ion battery