

DOPING ALUMINIUM HIDROKSIDA $\text{Al}(\text{OH})_3$ PADA POLYVINYLIDENE FLUORIDE – SELULOSA ASETAT (PVDF-CA) SEBAGAI SEPARATOR BATERAI LITHIUM ION

Thoifatul Munawaroh, Zainul Arifin Imam Supardi

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

thoifatulmunawaroh@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Separator merupakan komponen yang penting pada baterai lithium ion yang diletakkan di antara anoda dan katoda yang berfungsi untuk menjaga kedua elektroda agar tidak bersentuhan secara langsung dan untuk mencegah terjadinya hubungan pendek listrik. Selain itu juga sebagai media transport ion yang dibutuhkan dalam proses elektrokimia. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *doping* $\text{Al}(\text{OH})_3$ terhadap ukuran pori dan performa elektrokimia separator PVDF-CA. Separator PVDF-CA di *doping* dengan $\text{Al}(\text{OH})_3$ kemudian dicetak pada kaca substrat dengan menggunakan *spin coating* dan dilakukan karakterisasi menggunakan BET dan CV. Pengaruh *doping* $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada separator PVDF-CA yang ditunjukkan pada hasil uji BET dapat meningkatkan ukuran pori separator, hal ini mengakibatkan semakin besar ukuran pori sehingga semakin banyak ion yang bisa dilewatkan pada separator, dan untuk performa elektrokimia ditunjukkan pada hasil uji CV dimana terbentuk kurva yang *reversible* dengan jarak *loop* histerisis yang berdekatan. Pada separator PVDF-CA/ $\text{Al}(\text{OH})_3$ memiliki rata-rata ukuran pori yang lebih besar yaitu 26.4397 nm, sedangkan pada separator PVDF-CA memiliki rata-rata ukuran pori yang lebih kecil yaitu sebesar 18.2063 nm. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya *doping* $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada separator PVDF-CA dapat meningkatkan ukuran pori pada separator.

Kata Kunci: *doping*, separator, ukuran pori, performa elektrokimia

Abstract

The provider is an important component of the lithium ion battery which is placed between the anode and the cathode which functions to measure the electric electrode for which it is not directly touched and to prevent the occurrence of short electric connections. Besides this the assumption is that the multimedia transport is needed in the process of electrochemistry. This study aims to determine the effect of $\text{Al}(\text{OH})_3$ doping on pore size and electrochemical performance of PVDF-CA separators. PVDF-CA separator doping with $\text{Al}(\text{OH})_3$ is then printed on the glass substrate using spin coating and characterization using BET and CV. The effect of $\text{Al}(\text{OH})_3$ doping on the PVDF-CA separator shown in the BET test results can increase the pore size of the separator, this results in greater pore size so that more ions can be passed to the separator, and for electrochemical performance shown in CV test results where a curve is reversible with adjacent hysteresis loop distances. The PVDF-CA / $\text{Al}(\text{OH})_3$ separator has a larger average pore size of 26.4397 nm, while the PVDF-CA separator has a smaller average pore size of 18.2063 nm. This shows that the presence of $\text{Al}(\text{OH})_3$ doping on the PVDF-CA separator can increase the pore size of the separator.

Keywords: doping, separator, pore size, electrochemical performance

PENDAHULUAN

Baterai yang banyak digunakan sebagai media penyimpanan energi yaitu baterai lithium ion. Baterai lithium merupakan baterai isi ulang yang banyak dikembangkan di bidang industri karena memiliki kapasitas penyimpanan yang lebih besar, tidak memiliki sifat *memory effect* dan dapat diisi ulang. Baterai ini merupakan baterai yang dapat mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik melalui proses elektrokimia, dimana pada struktur umum konvensional komponen sel baterai lithium terdiri dari elektroda, elektrolit dan separator [3]. Separator yaitu material berpori yang terletak di antara anoda dan katoda dan diaplikasikan sebagai penjamin faktor keamanan baterai. Karakteristik yang penting untuk dijadikan separator pada baterai yaitu bersifat insulator, memiliki hambatan listrik yang kecil, kestabilan mekanik (tidak mudah rusak), memiliki sifat

hambatan kimiawi untuk tidak mudah terdegradasi dengan elektrolit serta memiliki ketebalan lapisan yang seragam atau sama diseluruh permukaan [5].

Separator yang ideal mempunyai nilai resistansi ion sebesar nol. Nilai resistansi ion yang rendah dapat diperoleh dengan nilai porositas yang tinggi, semakin tinggi nilai porositas maka nilai resistansi ion yang diperoleh semakin rendah [1]. Separator umumnya terdiri dari membran polimer dan membentuk lapisan mikroporous yaitu lapisan berpori. Ukuran pori-pori sangat penting untuk separator. Ukuran pori-pori harus lebih kecil dari ukuran partikel pada komponen elektroda. Idealnya pori-pori harus terdistribusi secara merata dan mempunyai struktur yang berliku. Hal ini memastikan distribusi arus merata di seluruh separator supaya dapat menekan pertumbuhan Li pada anoda. Sedangkan porositas dari separator ini harus memiliki

jumlah yang tepat untuk proses pergerakan ion antar elektroda [1].

Hasil penelitian Jinqiang Cui *et.al* (2017), menunjukkan bahwasanya pembuatan separator pada baterai lithium ion menggunakan Polyvinylidene Fluoride – Selulosa Asetat (PVDF-CA) dengan komposisi PVDF sebanyak 5.6 gram dan CA sebanyak 1.4 gram yang menggunakan $Al(OH)_3$ sebanyak 0.7 gram sebagai *doping* memiliki porositas yang tinggi (68.6%), serapan elektrolit yang tinggi (403.9%), dan konduktivitas ion yang baik (2.85 mS cm^{-1}) [2].

Pada penelitian ini mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Jinqiang Cui *et.al* yaitu pembuatan separator baterai lithium ion dengan bahan PVDF-CA tanpa *doping* $Al(OH)_3$ dan pembuatan separator baterai lithium ion dengan bahan PVDF-CA dengan *doping* $Al(OH)_3$ yang berfungsi untuk meningkatkan porositas pada separator dan memperbaiki serapan elektrolit. Maka dari itu, dilakukan penelitian yang berjudul **Doping aluminium hidroksida $Al(OH)_3$ pada polyvinylidene fluoride-selulosa asetat (PVDF-CA) sebagai separator baterai lithium ion** untuk mengetahui pengaruh *doping* $Al(OH)_3$ pada PVDF-CA terhadap karakteristik pori dan performa elektrokimia pada separator baterai lithium ion.

METODE PENELITIAN

2.1 Material

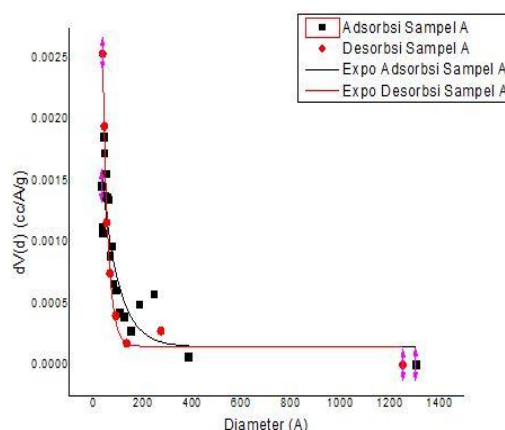
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *polyvinylidene fluoride* (PVDF), selulosa asetat (CA), *dimethylacetamide* (DMAc), aluminium hidroksida $Al(OH)_3$, dan aquades.

2.2 Proses pembuatan separator

Langkah pertama yaitu menyiapkan 21 ml DMAc, 2.8 gram PVDF, 0.7 gram CA, dan 0.75 gram $Al(OH)_3$. Setelah itu 21 ml DMAc dengan 0.75 gram $Al(OH)_3$ distirrer selama 30 menit, kemudian ditambahkan 2.8 gram PVDF dan 0.7 gram CA dan distirrer selama 24 jam pada suhu 70°C . Setelah semua bahan distirrer selanjutnya dilakukan ultrasonikasi selama 30 menit pada suhu 30°C kemudian didiamkan selama 12 jam. Selanjutnya dilakukan proses *spin coating* dengan kecepatan 827 rpm untuk mendapatkan sampel berupa lembaran tipis. Setelah itu direndam dalam campuran aquades dan DMAc selama 30 detik dilanjutkan direndam dengan aquades selama 2 hari, kemudian dioven selama 12 jam pada suhu 60°C [2].

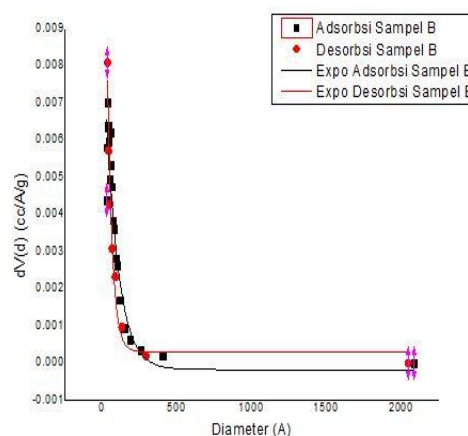
HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Hasil Uji Brunauer-Emmet-Teller (BET)



Gambar 3.1 (a). Distribusi ukuran pori sampel A [PVDF-CA/ $Al(OH)_3$]

Berdasarkan gambar 3.1 pada sampel A [PVDF-CA/ $Al(OH)_3$] distribusi ukuran pori adsorpsi terbesar adalah $0.0018566 \text{ cc}/\text{Å}/\text{g}$ pada diameter pori 39.0342 Å , sedangkan distribusi pori desorpsi terbesar adalah $0.0025352 \text{ cc}/\text{Å}/\text{g}$ dengan diameter pori 35.8273 Å , sehingga ukuran pori sampel A pada rentang $35.8273 - 39.0342 \text{ Å}$ atau setara dengan $3.58273 - 3.90342 \text{ nm}$. Dengan demikian distribusi ukuran pori pada sampel A [PVDF-CA/ $Al(OH)_3$] menunjukkan kategori mesopori (2-50 nm) [4].

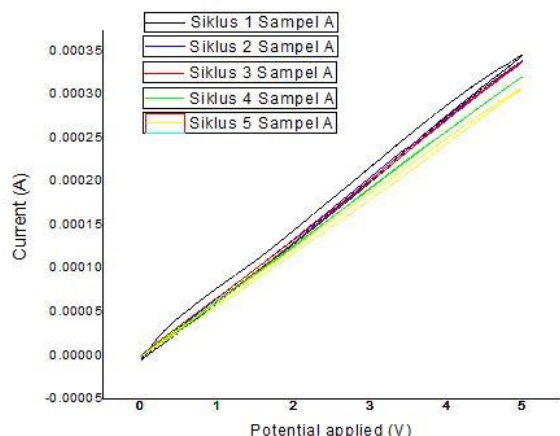


Gambar 3.1 (b). Distribusi ukuran pori sampel B (PVDF-CA)

Berdasarkan Gambar 4.10 pada sampel B (PVDF-CA) distribusi ukuran pori adsorpsi terbesar adalah $0.76776 \text{ cc}/\text{Å}/\text{g}$ pada diameter pori 53.6925 Å , sedangkan distribusi pori desorpsi terbesar yaitu $0.66287 \text{ cc}/\text{Å}/\text{g}$ dengan diameter pori 35.6786 Å , sehingga ukuran pori sampel B pada rentang 35.6786

– 53.6925 Å atau setara dengan 3.56786 – 5.36925 nm. Dengan demikian distribusi ukuran pori pada sampel B (PVDF-CA) menunjukkan kategori mesopori (2-50 nm) [4].

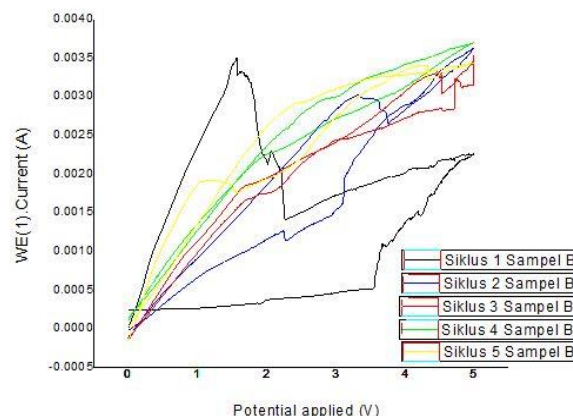
3.2 Analisa Hasil Uji *Cyclic Voltametry* (CV)



Gambar 3.2 (a). Grafik hasil uji *Cyclic Voltametry* PVDF-CA/ $\text{Al}(\text{OH})_3$

Pada gambar 3.2 (a) merupakan grafik hubungan antara potensial (V) dan arus (A) yang akan dihasilkan pada pengujian CV. Pada siklus 1 memiliki bentuk *loop* histerisis yang reversibilitas. Titik maksimum potensial pada siklus 1 sampai siklus 5 besarnya sama yaitu 4,9975 V dengan arus pada siklus pertama yaitu sebesar 0,000369 A. Pada siklus 2 tidak terbentuk *loop* histerisis dan arus pada siklus kedua sebesar 0,000339 A. Untuk siklus 3 menunjukkan kurva yang sama yaitu tidak terbentuk *loop* histerisis dan arus pada siklus ini sebesar 0,000315 A. Sedangkan pada siklus 4 juga tidak terbentuk *loop* histerisis dan memiliki arus sebesar 0,000299 A. Demikian juga untuk siklus 5 tidak terbentuk *loop* histerisis dan memiliki arus sebesar 0,000287 A. Dari kurva tersebut dapat diketahui bahwa dari siklus 1 hingga siklus 5 memiliki titik maksimum potensial yang sama dengan arus yang berbeda, perbedaan tersebut diketahui dengan adanya penurunan besarnya arus terhadap potensial. Penurunan arus ini menunjukkan bahwa semakin banyak siklus pada separator PVDF- CA/ $\text{Al}(\text{OH})_3$ maka arusnya akan semakin kecil. Pada pengujian ini, sampel separator PVDF-CA/ $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada siklus 1 membentuk *loop* dengan jarak reduksi dan oksidasi yang kecil, hal tersebut menandakan bahwa separator ini semakin mudah mengalami proses interkalasi-deinterkalasi. Pada kurva siklus 2 hingga siklus 5 pada gambar 3.2 (a) tidak menunjukkan adanya *loop* histerisis yang menunjukkan bahwa pada siklus 2 hingga siklus 5

dapat dilewati ion tanpa ada yang terperangkap di dalam separator.



Gambar 3.2 (b). Grafik hasil uji *Cyclic Voltametry* PVDF-CA

Pada gambar 3.2 (b) dapat diketahui bahwa kurva tersebut merupakan kurva hubungan antara potensial (V) dan arus (A). Pada siklus 1 terlihat *loop* histerisis yang memiliki jarak reaksi reduksi-oksidasi yang cukup besar dibandingkan dengan siklus yang lainnya yang menunjukkan bahwa ion pada siklus 1 ini sulit melewati separator, dimana pada siklus 1 sampai siklus 5 ini juga memiliki titik maksimum potensial yang sama yaitu sebesar 4.9975 V dengan arus sebesar 0.00065 A, tetapi saat potensial 2.3 V mengalami penurunan arus yaitu sebesar 0.00023 A. Pada siklus 2 yang juga menunjukkan bahwa pada kurva tersebut terbentuk *loop* histerisis dan arus pada siklus 2 sebesar 0.0034 A, dan *loop* histerisis pada siklus 2 lebih kecil dibandingkan dengan siklus 1. Untuk siklus 3 menunjukkan kurva yang sama yaitu terbentuk *loop* histerisis dan arus pada siklus ini sebesar 0.0035 A. Pada siklus 4 menunjukkan bahwa pada kurva tersebut terbentuk *loop* histerisis dan arus pada siklus ini sebesar 0.0047 A. Pada siklus 5 menunjukkan kurva yang terbentuk *loop* histerisis dan memiliki nilai arus sebesar 0.005 A. Dari siklus 1 sampai siklus 5 kurva *loop* histerisis yang terbaik diantara semua siklus pada sampel separator PVDF-CA yaitu pada siklus 4 yang menunjukkan bahwa semakin mudah ion yang melewati separator sedangkan pada siklus 1, 2, 3 dan 5 menunjukkan reaksi yang tidak beraturan yang menandakan ion tidak dapat melewati sampel dengan baik. Dari kurva tersebut dapat diketahui bahwa dari siklus 1 hingga siklus 5 memiliki titik maksimum potensial yang sama dengan arus yang berbeda.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Pengaruh doping $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada separator PVDF – CA yang ditunjukkan pada hasil uji BET dapat meningkatkan ukuran pori separator, hal ini mengakibatkan semakin besar ukuran pori sehingga semakin banyak ion yang bisa dilewatkan pada separator, dan untuk performa elektrokimia ditunjukkan pada hasil uji CV dimana terbentuk kurva yang reversible dengan jarak loop histerisis yang berdekatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, Devi dan Zainuri, 2014. *Karakterisasi Sifat Separator Komposit PVDF / Poli(dimetilsiloksan) Dengan Metode Pencampuran Membran (Blending Membrane)*. Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol.3 , No.2.
- [2] Jinqiang Cui, et al. 2017. *Composite of polyvinylidene fluoride-cellulose acetate with $\text{Al}(\text{OH})_3$ as a separator for high performance lithium ion*. Journal of Membrane Science, 661–667.
- [3] Negara, V.I.S. dan Astuti, 2015, *Pengaruh Temperatur Sintering Karbon Aktif Berbasis Tempurung Kemiri Terhadap Sifat Listrik Anoda Baterai Litium*, Jurnal Fisika Unand, Vol 4. No.2, hal. 178-184.
- [4] Rouquerolt, J., Avnir, D., Fairbridge, C. W., Everett, D. H., Haynes, J. H., Pernicone, N., Et Al. *International Union Of Pure "Recommendations For The Characterization Of Porous Solids"*. Pure And Appl.Chem, 1739-1758(1994).
- [5] Subhan, Achmad. 2011. *Fabrikasi dan Karakterisasi $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ Untuk Bahan Anoda Baterai Lithium Keramik*. Thesis. Depok: Universitas Indonesia.