

## KARAKTERISTIK TERMAL PVA/GO SEBAGAI SEPARATOR BATERAI LITHIUM-ION

<sup>1)</sup>Narita Putri Yunistiana, <sup>2)</sup>Diah Hari Kusumawati

<sup>1)</sup> Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: [narita.20001@mhs.unesa.ac.id](mailto:narita.20001@mhs.unesa.ac.id)

<sup>2)</sup> Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: [diahkusumawati@unesa.ac.id](mailto:diahkusumawati@unesa.ac.id)

### Abstrak

Karakteristik separator pada baterai litium-ion yaitu memiliki porositas yang sesuai, konduktivitas tinggi dan stabilitas termal baik. Stabilitas termal pada separator merupakan karakteristik penting yang harus dipertimbangkan dalam penggunaan baterai. Separator merupakan komponen pemisah antara elektroda positif dan negatif dalam baterai litium ion dan harus mampu menahan suhu tinggi tanpa mengalami degradasi atau bahaya keamanan. Dengan tujuan penelitian ini yaitu menganalisis sifat thermal separator PVA/GO sebagai separator baterai litium-ion. Sintesis *nanofiber* PVA menggunakan metode *electrospinning*, hasil *nanofiber* PVA akan dicelupkan kedalam larutan GO, kemudian hasilnya akan dikarakterisasi DTA-TGA untuk mengetahui sifat thermalnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa separator PVA/GO memiliki stabilitas termal pada suhu kurang dari 317,35°C dan mengalami dekomposisi pada suhu lebih dari 317,35°C. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa separator PVA/GO sudah memenuhi stabilitas termal separator.

**Kata Kunci:** *nanofiber* PVA/GO, separator baterai, stabilitas termal (DTA-TGA).

### Abstract

The characteristics of the separators in lithium-ion batteries are having suitable porosity, high conductivity and good thermal stability. Thermal stability of the separator is an important characteristic that must be considered in the use of batteries. The separator is the component that separates the positive and negative electrodes in a lithium ion battery and must be able to withstand high temperatures without experiencing degradation or safety hazards. The purpose of this research is to analyze the thermal properties of the PVA/GO separator as a lithium-ion battery separator. Synthesis of PVA nanofibers uses the electrospinning method, the resulting PVA nanofibers will be dipped in a GO solution, then the results will be characterized by DTA-TGA to determine their thermal properties. The research results show that the PVA/GO separator has thermal stability at a temperature of less than 317,35°C and experienced decomposition at temperatures above 317,35°C. In this study, it can be concluded that the PVA/GO separator has met the thermal stability of the separator.

**Keywords:** *nanofiber* PVA/GO, battery separator, thermal stability (DTA-TGA).

## I. PENDAHULUAN

Baterai litium-ion merupakan aplikasi yang menarik digunakan untuk perangkat elektronik *portable*, kendaraan listrik, dan sistem penyimpanan energi. Hal ini karena baterai litium-ion memiliki densitas tinggi, voltase operasi lebar, *self-discharge* rendah, dan siklus hidup yang panjang. Pengembangan baterai litium-ion untuk futuristik tentunya memerlukan pengembangan pada komponen-komponennya. Separator merupakan

komponen terpenting dalam memberikan keamanan elektrik, dimana dapat mengisolasi katoda dan anoda untuk menghindari hubungan pendek antar keduanya.

Stabilitas termal pada separator merupakan karakteristik penting yang harus dipertimbangkan dalam penggunaan baterai. Separator merupakan komponen pemisah antara elektroda positif dan negatif dalam baterai litium ion dan harus mampu menahan suhu tinggi tanpa mengalami degradasi atau bahaya keamanan. Beberapa factor yang mempengaruhi stabilitas termal pada separator baterai yaitu, suhu dekomposisi, ketahanan terhadap panas, stabilitas kimia, tahan terhadap pergeseran mekanis. Karakterisasi stabilitas termal berguna untuk mengetahui pengaruh *nanofiber* akibat pemanasan.

Bahan yang sering digunakan dalam aplikasi ini terbuat dari bahan polietilen (PE) dan Polipropilen (PP). Tetapi PE dan PP memiliki sifat stabilitas termal rendah, sehingga dapat rusak saat dipanaskan pada suhu tinggi (Li, et al., 2016). Berdasarkan kekurangan yang dimiliki PE dan PP, sehingga peneliti mencoba membuat separator dari polivinil difluorida (PVDF). PVDF merupakan polimer dengan konduktivitas ionik tinggi, namun polimer ini memiliki kestabilan termal dan elektrokimia rendah (Putri, et al., 2020). Polimer lain yang memiliki sifat konduktivitas ionik tinggi yaitu poli(etilen oksida) (PEO) dan poli(dimetilsiloksan) (PDMS), tetapi memiliki kelemahan yang memerlukan pengolahan rumit (Arifin & Zainuri, 2014). Polimer Polivinil Alkohol (PVA) merupakan polimer yang sesuai digunakan sebagai aplikasi separator baterai, karena porositas memadai, stabilitas elektrokimia dan termal baik (Agustin & Kusumawati, 2023). Namun PVA merupakan polimer nonkonduktif, sehingga perlu bahan tambahan untuk mendapatkan *nanofiber* konduktif, sifat tersebut dimiliki *graphene oxide*.

*Graphene oxide* (GO) merupakan turunan *grapheme*, dimana memiliki gugus hidrofilik dipermukaanya (Liu & Zuo, 2020) dan konduktivitas listrik baik (Zubair, et al., 2017). GO juga baik stabilitas termalnya, permeabilitas rendah, murah, dan ketebalan minimum (Gastell, et al., 2019). Memiliki sifat hidrofilisitas baik sehingga membuat dispersi baik dalam air dan meningkatkan adhesi antar muka dalam *nanofiber* hidrofilik PVA (Gastell, et al., 2019). Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penulis melakukan penelitian yang berjudul "Karakteristik Termal PVA/GO sebagai Separator Baterai Lithium-Ion".

## II. METODE PENELITIAN

### A. Rancangan Penelitian

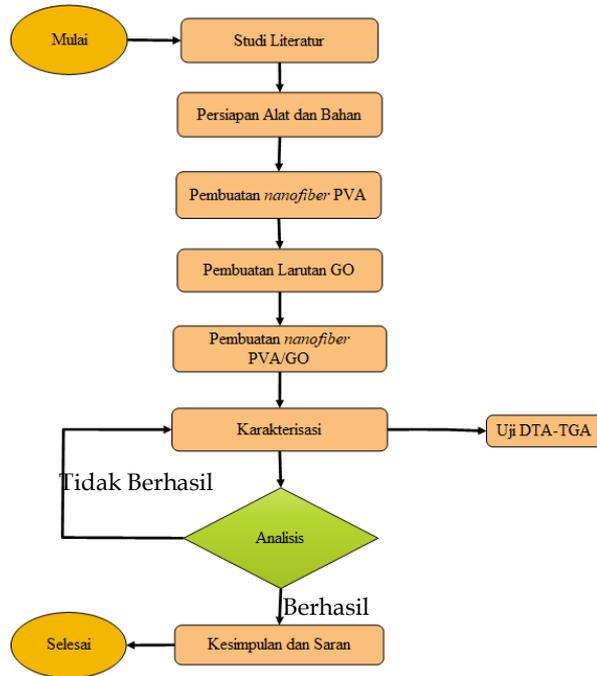
Penelitian ini adalah jenis penelitian eksperimen, dilaksanakan di Laboratorium Material Fisika, Universitas Negeri Surabaya. Pada penelitian mencakup beberapa tahapan yaitu, studi literatur dengan mencari referensi yang sesuai, pembuatan larutan PVA, pembuatan *nanofiber* PVA menggunakan metode *electrospinning*, sintesis larutan GO, sintesis *nanofiber* PVA/GO menggunakan metode pencelupan, dan karakterisasi *nanofiber* PVA/GO menggunakan *Differential Thermal Analysis-Analisis gravimetric termal* (DTA-TGA) seperti pada Gambar 1.

### B. Variabel Operasional Penelitian

Variabel penelitian diantaranya variabel kontrol yaitu konsentrasi PVA dan parameter *electrospinning* seperti tegangan 20 kV, laju alir 5 ml/jam, dan jarak jarum 13 cm. Variabel manipulasi yaitu waktu pencelupan (5 - 45) detik sesuai dengan referensi dari Kim et al (2019) dimana konduktivitas ionik tertinggi dihasilkan pada rentang waktu pencelupan 15 - 30 detik. Variabel respon yaitu hasil uji DTA-TGA.

### C. Teknik Pengumpulan Data

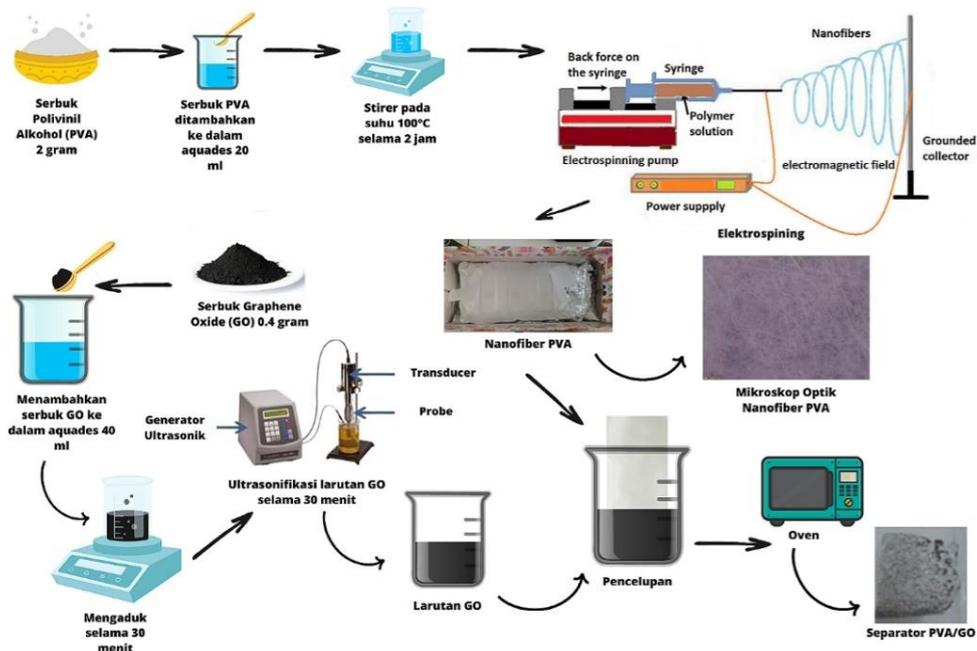
Tahapan pada penelitian ini, yaitu pembuatan *nanofiber* PVA menggunakan metode *electrospinning*, kemudian *nanofiber* PVA dikarakterisasi dengan mikroskop optic untuk mengetahui morfologi PVA. Setelah mengetahui morfologi *nanofiber* PVA dilakukan pelapisan dengan larutan GO menggunakan metode pencelupan. Setelah separator PVA/GO sudah jadi, dilakukan karakterisasi DTA-TGA untuk mengetahui stabilitas termal separator PVA/GO.



Gambar 1. Alur Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

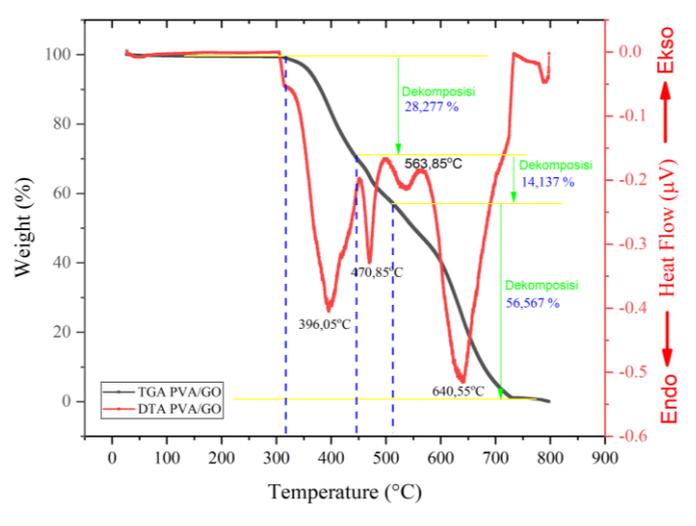
Tahapan pada penelitian ini, yang pertama sintesis *nanofiber* dari bahan dasar *Polyvinyl Alcohol* (PVA) menggunakan metode elektrospinning dan dilakukan karakterisasi menggunakan mikroskop optik. Pelapisan *nanofiber Polyvinyl Alcohol* (PVA) dengan larutan *Graphene Oxide* (GO) menggunakan metode pencelupan (*dip coating*) sebagai aplikasi separator baterai. Selanjutnya separator dikarakterisasi menggunakan DTA-TGA untuk mengetahui stabilitas termal separator. Separator diuji menggunakan FTIR dan SEM-EDX untuk mengetahui bahwa sifat dan morfologi dari material masih terdapat pada separator dan tidak berubah. Selain itu, dilakukan uji porositas, *wettability*, dan LCR Meter untuk membandingkan dengan karakteristik separator ideal.



Gambar 2. Proses Pembuatan Separator Baterai Menggunakan Metode Pencelupan

### A. Hasil Uji DTA-TGA

DTA-TGA merupakan karakterisasi untuk mengetahui perubahan suhu dan massa sampel terhadap pemanasan. Pada pengujian ini menggunakan atmosfer inert yaitu gas nitrogen agar dapat mengontrol peristiwa termal seperti pelelehan, transisi fase, dan dekomposisi. Separator PVA/GO diuji menggunakan instrumen DTA-TGA untuk mengetahui stabilitas termalnya. *Nanofiber* ditimbang dan didapatkan berat 0,0259 g, kemudian diuji dengan menaikkan suhu sebesar 10°C setiap menit. Suhu yang digunakan pada rentang (0-800)°C dengan pengaliran gas nitrogen. Hasil pengujian DTA-TGA PVA/GO ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik DTA-TGA PVA/GO

Separator PVA/GO mengalami tiga tahapan proses dekomposisi. Dekomposisi pertama terjadi pada suhu 317,35°C hingga 444,05°C dengan persentasi pengurangan massa yaitu 28,277%. Tahapan dekomposisi pertama diakibatkan karena adanya penguapan air dalam struktur sampel. Tahap dua terjadi pada suhu 444,05°C hingga 515,75°C dengan persentasi pengurangan massa yaitu 14,137%. Tahap dekomposisi kedua diakibatkan karena panas yang merusak struktur polimer. Tahap ketiga terjadi pada suhu 515,75°C hingga 797,65°C dengan persentasi pengurangan massa yaitu 56,567%. Pemanasan terus-menerus setelah dekomposisi kedua merusak struktur utama *nanofiber* PVA (Sharma, et al., 2015). Penambahan GO dalam PVA meningkatkan stabilitas termal pada separator, disebabkan karena adanya interaksi ikatan *hydrogen* antara gugus hidroksil pada rantai PVA dengan oksigen pada GO (Wang, et al., 2015).

Kurva DTA menunjukkan dimana pada dekomposisi tahap pertama, kedua, dan ketiga terjadi proses endotermik (memerlukan panas) pada suhu 396,05 °C, 470,85°C, dan 640,55°C. Proses endotermik disebabkan karena perubahan fase sampel ke fase cair (meleleh). Perubahan fase terjadi pada suhu yang tinggi disebabkan karena penambahan GO pada PVA yang dapat mengubah struktur dan meningkatkan sifat termalnya (Begum, et al., 2019). Pada dekomposisi tahap ketiga juga terjadi proses eksotermik (menghasilkan panas) pada suhu 563,85°C karena sampel mengalami kristalisasi (Begum, et al., 2019).

Dapat dilihat dari grafik hasil uji DTA-TGA, dimana separator PVA/GO memiliki stabilitas termal pada suhu kurang dari 317,35°C dan mengalami dekomposisi pada suhu lebih dari 317,35°C. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa separator PVA/GO sudah memenuhi stabilitas termal separator, stabilitas termal separator bergantung pada bahan yang digunakan dimana stabilitas termal PVA/GO sebesar 297°C (Unlu & Canbay, 2020).

#### IV. PENUTUP

##### A. Simpulan

Separator PVA/GO memiliki stabilitas termal pada suhu kurang dari 317,35°C dan mengalami dekomposisi pada suhu lebih dari 317,35°C. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa separator PVA/GO sudah memenuhi stabilitas termal separator.

##### B. Saran

Penambahan bahan atau material tambahan lain agar stabilitas thermal separator lebih baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, T. . N. & Kusumawati, D. H., 2023. Fabrikasi dan Karakterisasi Nanofiber PVA-Graphene Oxide (GO) sebagai Separator. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, XII(1), pp. 1-13.
- Arifin, D.E.S., & Zainuri, M. (2014). Karakterisasi Sifat Separator Komposit PVDF/poli (dimetiloksan) Dengan Metode Pencampuran Membran (Blending Membrane). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol. 3, No. 2. 2337- 3520.
- Begum, M. H. A. et al., 2019. Preparation and characterization of polyvinyl alcohol–starch composites reinforced with pulp. *SN Applied Sciences*, 1(1091), pp. 1-9.
- Dewi, A. M. P., Edowai, D. N., Pranoto, Y. & Darmadji, P., 2018. Sintesis Nanoselulosa Asetat Dari Ampas Sagu Dengan Metode Electrospinning. *Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*, pp. 31-36.
- Gastell, O. G. et al., 2019. Crosslinked Sulfonated Poly(vinyl alcohol)/Graphene Oxide Electrospun Nanofibers as Polyelectrolytes. *nanomaterials*, 9(397), pp. 1-20.
- Kim, J. Y. et al., 2019. Graphene Oxide Induced Surface Modification for Functional Separators in Lithium Secondary Batteries. *Scientific Reports*, Volume 9, pp. 1-7.
- Lee, H., Alcoutlabi, M., Watson, J. V. & Zhang, X., 2013. Electrospun Nanofiber-Coated Separator Membranes for Lithium-Ion Rechargeable Batteries. *Journal of Applied Polymer Science*, pp. 1939-1951.
- Li, J. et al., 2016. Preparation and performance of aramid nanofiber membrane for separator of lithium ion battery. *Journal Applied Polymer Science*, pp. 1-8.
- Sharma, P. et al., 2015. Evaluating the potential of chitosan/poly(vinyl alcohol) membranes as alternative carrier material for proliferation of Vero cells. *e-Polymers*, 15(4), pp. 237-243.
- Varela, A. I. G. et al., 2017. Sol-Gel Glass Coating Synthesis for Different Applications: Active Gradients-Index Materials, Microlens Arrays and Biocompatible Channels. *Intech*, pp. 231-252.
- Wang, Y. et al., 2015. Morphology-controlled fabrication of a three-dimensional mesoporous poly(vinyl alcohol) monolith through the incorporation of graphene oxide. *Carbon*, pp. 1-29.
- Zubair, N. A., Rahman, N. A., Lim, H. N. & Sulaiman, Y., 2017. Production of Conductive PEDOT-Coated PVA-GO Composite Nanofibers. *Nanoscale Research Letters*, 12(113), pp. 1-13.