

# FABRIKASI MEMBRAN POLIMER BERBASIS LIMBAH *STYROFOAM* SEBAGAI ELEKTROLIT PADA BATERAI TERBARUKAN

<sup>1</sup>Najmudin Fauji, <sup>2</sup>Eri Widiyanto

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

<sup>1</sup>najmudin.fauji@staff.unsika.ac.id, <sup>2</sup>eri.widiyanto@ft.unsika.ac.id

## INFO ARTIKEL

Diterima : 28 Desember 2017

Direvisi : 26 Januari 2018

Disetujui : 16 Maret 2018

Kata Kunci :

Baterai, membran elektrolit, *styrofoam*

## ABSTRAK

Baterai merupakan salah satu bentuk teknologi penyimpan energi yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai memiliki tiga bagian, yaitu katoda, anoda dan elektrolit. Katoda sebagai kutub positif, anoda sebagai kutub negatif dan elektrolit sebagai konduktor ionik. Pemakaian larutan sebagai elektrolit dapat menyebabkan masalah yaitu dapat bocor dan mudah terbakar. Sehingga dibutuhkan membran elektrolit yang lebih aman, lebih praktis dan dapat dibuat dengan ukuran yang lebih kecil dan tipis. Limbah *styrofoam* mengandung zat berbahaya bagi tubuh dan susah terurai dalam tanah. Tetapi *styrofoam* banyak mengandung polimer yaitu polistiren, yang dapat diaplikasikan sebagai bahan pembuat membran elektrolit. Oleh karena itu, penelitian ini akan dilakukan fabrikasi membran polimer berbasis limbah *styrofoam* serta karakterisasi sifat-sifatnya. Pemanfaatan limbah *styrofoam* ini diharapkan mampu menciptakan lingkungan yang bersih serta dapat menjadi bahan untuk energi alternatif baru seperti *fuel cell*, baterai dan sel surya. Membran polimer ini berpotensi untuk diaplikasikan pada *fuel cell*, baterai Lithium dan sel surya. Pemanfaatan limbah *styrofoam* ini diharapkan mampu menciptakan lingkungan yang bersih serta dapat menjadi bahan untuk energi alternatif baru.

## I. PENDAHULUAN

Baterai telah menjadi bagian penting dari kehidupan sehari-hari. Dalam kehidupan modern saat ini, baterai menjadi sebuah kebutuhan yang melekat pada setiap aktivitas terutama yang berhubungan dengan piranti elektronika. Baterai didefinisikan sebagai suatu sel elektrokimia yang terhubung secara elektrik dan mempunyai terminal atau kontak-kontak untuk menghasilkan energi listrik [1]. Baterai memiliki tiga bagian, yaitu katoda, anoda dan elektrolit. Katoda sebagai kutub positif, anoda sebagai kutub negatif dan elektrolit sebagai konduktor ionik atau energi di dalam baterai. Elektrolit atau konduktor ionik memiliki sifat konduktivitas ionik.

Elektrolit saat ini dapat berupa elektrolit cair dan elektrolit padat, dimana setiap elektrolit memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Elektrolit cair memiliki kelebihan yaitu lebih cepat terionisasi sempurna, namun dapat bocor dan mudah terbakar. Sedangkan elektrolit padat merupakan elektrolit yang berbentuk padat (solid) yang memiliki kelebihan yaitu tidak mudah bocor karena berbentuk solid, lebih aman, lebih praktis dan dapat dibuat dengan ukuran yang lebih kecil dan tipis. Oleh karena itu, para peneliti memiliki inovasi untuk membuat baterai polimer padat (solid) yaitu baterai lithium sekunder. Hasil analisis yang sudah ada menunjukkan bahwa elektrolit padat lebih diminati oleh banyak peneliti dibandingkan elektrolit cair.

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan, saat ini polimer dapat digunakan sebagai elektrolit padat pada baterai lithium sekunder. *Polymer electrolyte membrane* (PEM) berfungsi menghantarkan kation dari anoda ke katoda. Hingga saat ini membran komersial yang telah banyak digunakan yaitu membran perflorosulfonat dari Nafion® karena memiliki konduktivitas proton, kekuatan mekanik, dan kimia tinggi [2], [3], [4]. Namun, Nafion® memiliki beberapa kelemahan antara lain tingginya permeabilitas membran Nafion® terhadap bahan bakar, harganya mahal, dan ketahanan termalnya rendah. Sehingga dibutuhkan material baru sebagai bahan untuk membuat membran pengangkut proton dengan karakteristik yang sama atau lebih baik dari

Nafion®, salah satunya adalah polistiren (PS). Polistiren (PS) merupakan polimer bergugus aromatik yang mudah disintesis dari monomernya, stiren. Namun, PS tidak dapat menghantarkan proton sehingga dibutuhkan proses sulfonasi untuk menghasilkan gugus sulfonat yang dapat menghantarkan proton [5], [6]. Salah satu bahan yang banyak mengandung polistirena adalah *styrofoam*. Bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan *styrofoam* ini terdiri dari 90-95% *polystyrene* dan 5-10% gas n-butana. *Polystyrene* bersifat sangat amorphous dan tembus cahaya, mempunyai indeks refraksi tinggi, sukar ditembus oleh gas kecuali uap air.

Penggunaan *styrofoam* yang berlebihan akan menghasilkan limbah yang bertumpuk. *Styrofoam* merupakan limbah yang sulit terurai secara alamiah karena perlu waktu yang sangat lama. Apabila terbawa ke laut, *styrofoam* dapat merusak ekosistem dan biota laut. Selain itu, *styrofoam* merupakan salah satu peyebab banjir, *styrofoam* yang tersangkut tersebut menjadi pemicu sampah lain ikut tersangkut pula. Data dari *Environmental Protection Agency* (EPA) menyebutkan bahwa *styrofoam* adalah limbah berbahaya terbesar ke-5 di dunia. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengatasi permasalahan limbah *styrofoam*, salah satunya dengan memanfaatkannya sebagai membran polimer elektrolit yang dapat diaplikasikan pada *fuel cell*, baterai Lithium dan sel surya.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini akan dilakukan fabrikasi membran polimer berbasis limbah *styrofoam* dan karakterisasi sifat-sifatnya. Pemanfaatan limbah *styrofoam* ini diharapkan mampu menciptakan lingkungan yang bersih serta dapat menjadi bahan untuk energi alternatif baru.

## II. METODE PENELITIAN

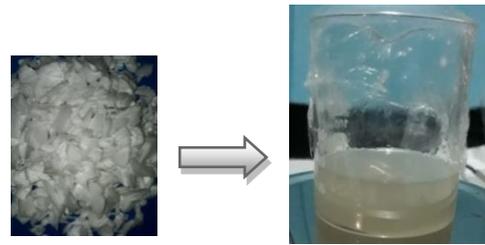
Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini meliputi: Limbah *styrofoam*, pelarut Thinner (impala), etanol dan quades. Peralatan penelitian yang digunakan meliputi: Beker gelas, tabung erlenmeyer, gelas ukur, pipet, *hot plate stirrer*, dan cetakan

# FABRIKASI MEMBRAN POLIMER BERBASIS LIMBAH *STYROFOAM* SEBAGAI ELEKTROLIT PADA BATERAI TERBARUKAN

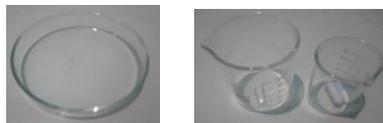
membran. Karakterisasi membran menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mengetahui ikatan kimia membran. Beberapa bahan dan peralatan penelitian ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1 (a) Limbah *Styrofoam*, (b) Pelarut Thinner



Gambar 4 Larutan *Styrofoam* setelah pengadukan



Gambar 2 (a) *Hot plate magnetic stirrer*, (b) Timbangan, (c) Cawan, (d) *Bekker glass*



Gambar 5 Membran polimer dari limbah *Styrofoam*

Tahap awal dalam pembuatan membran polimer yaitu membersihkan *styroform*, kemudian dijemur hingga kering. Selanjutnya *styrofoam* dihancurkan sampai ukuran kecil-kecil ditimbang 4 gram, dan dilarutkan dengan menggunakan 10 mL Thinner. Larutan *styrofoam* diaduk menggunakan *magnetic hot plate stirrer* selama 10 menit sampai larutan benar-benar homogen. Larutan yang sudah homogen selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan membran yang terbuat dari kaca. Sampel dibiarkan hingga mengering dan terbentuk membran. Membran diukur ketebalannya dan siap dilakukan pengujian atau karakterisasi.

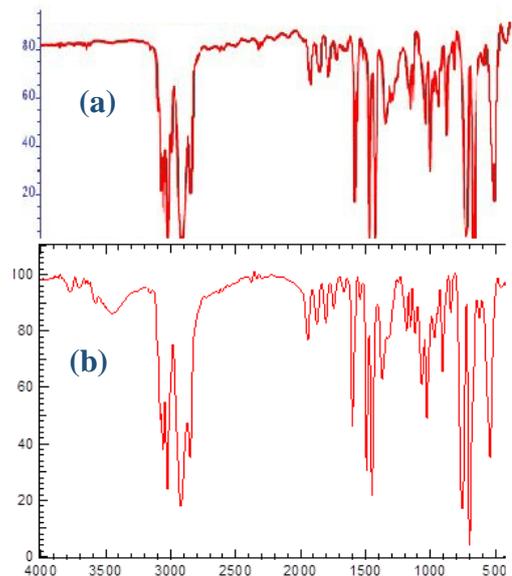


Gambar 3 Cetakan membran dari kaca

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Membran *Styrofoam* dibuat dengan metode yang sederhana yaitu dengan metode cetak (*hand lay up*). Limbah *Styrofoam* yang telah dibersihkan dan dikeringkan dipotong kecil-kecil, selanjutnya dilarutkan menggunakan pelarut berupa thinner. Sehingga dihasilkan suatu larutan polimer yang homogen seperti pada Gambar 4 berikut:

Gambar 5 menunjukkan hasil membran *Styrofoam* yang sudah kering. Membran yang telah dicetak, kemudian dikeringkan untuk menghilangkan pelarut-pelarut dan pengotor yang mudah menguap sehingga membran lebih cepat kering. Tampak jelas bahwa membran bersifat transparan dan fleksibel, serta memiliki kekuatan mekanik yang cukup baik. Membran yang dihasilkan rata-rata memiliki ketebalan sekitar 1-2 mm. Untuk mengetahui gugus fungsi atau ikatan kimia membran, maka dilakukan karakterisasi menggunakan spectrometer FTIR Prestige 21 Shimadzu. Hasil karakterisasi membran polimer menggunakan FTIR ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6 (a) Spektrum FTIR polystyrene [7], (b) membran dari *Styrofoam*

Spektrum FTIR pada Gambar 6 menunjukkan adanya peak yang kuat dan tajam pada bilangan gelombang sekitar 3058-3024  $\text{cm}^{-1}$ . Panjang gelombang ini menunjukkan adanya gugus C-H aromatik. Terlihat juga peak bilangan gelombang 2910  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya  $\text{CH}_2$  asimetrik. Untuk  $\text{CH}_2$  simetrik pada bilangan gelombang sekitar 2848  $\text{cm}^{-1}$ . Deformasi  $\text{CH}_2$  dan C=C

# FABRIKASI MEMBRAN POLIMER BERBASIS LIMBAH *STYROFOAM* SEBAGAI ELEKTROLIT PADA BATERAI TERBARUKAN

dari cincin aromatik pada  $1451\text{ cm}^{-1}$ . Pembelokan C-H pada bidang pada  $1068\text{ cm}^{-1}$ . Dari kehadiran peak-peak tersebut menunjukkan bahwa membran *styrofoam* tersebut mengandung *polystirena* [8].

TABEL I  
GUGUS FUNGSI MEMBRAN *POLYSTIRENA*

Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus fungsi yang sesuai
>3000	Regang C-H cincin aromatik
3000 – 2850	Regang C-H alkane
1600 dan 1492,8	Regang C=C cincin aromatik
1460	Lentur C-H dari $\text{CH}_2$
757,3 dan 698,1	Hidrokarbon aromatik

Membran *Styrofoam* yang dibuat merupakan membran polimer yang mengandung polystirene (PS). *Polymer electrolyte membrane* (PEM) berfungsi menghantarkan kation dari anoda ke katoda. Hingga saat ini membran komersial yang telah banyak digunakan yaitu membran *perflorosulfonat* dari Nafion® karena memiliki konduktivitas proton, kekuatan mekanik, dan kimia tinggi [2], [3], [4]. Namun, Nafion® memiliki beberapa kelemahan antara lain tingginya permeabilitas membran Nafion® terhadap bahan bakar, harganya mahal, dan ketahanan termalnya rendah. Polistirene (PS) merupakan polimer bergugus aromatik yang mudah disintesis dari monomernya, stiren. Sehingga membran yang dibuat dari limbah *Styrofoam* ini dapat menjadi solusi pengganti Nafion® sebagai membran polimer elektrolit.

Membran polimer ini berpotensi untuk diaplikasikan pada *fuel cell*, baterai Lithium dan sel surya. Pemanfaatan limbah *styrofoam* ini diharapkan mampu menciptakan lingkungan yang bersih serta dapat menjadi bahan untuk energi alternatif baru.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil membran polimer dari limbah *Styrofoam* berhasil dibuat dengan pelarut thinner dengan metode sederhana. Karakterisasi membran dari limbah *Styrofoam* menggunakan FTIR menunjukkan bahwa membran yang dibuat termasuk membran polimer *Polystirena* (PS) yang sangat berpotensi sebagai membran elektrolit untuk baterai terbarukan.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] Winter, M., Brodd, R.J., *What Are Batteries, Fuel Cell, and Supercapacitors. Chemical Reviews*, 104, 4245-4269. 2004.
- [2] Li, Q., He, R., Jensen J. O., dan Bjerrum, N., *Approaches and recent development for fuel cells operation above 100 C*, Chem Mater, vol 15, pp. 4896-4915, 2004.
- [3] Byungchan B., Heung Y. H., Dukjoon K., *Nafion-graft-polystyrene sulfonic acid membranes for direct methanol fuel cell*, Journal of Membrane Science Vol. 276 (1-2), pp 51-58, 2005.

- [4] Lu, G. Q., Liu, F. Q., Chao-Yang, W., *Water transport through nafion 112 membrane in DMFCs*, Electrochemical and solid-state letter vol.0, pp A1-A4, 2005.
- [5] Smita, B., Sridhar, S., dan Khan, A.A., *Synthesis and characterization of proton conducting polymer membranes for fuel cell*, Journal of membran science vol.225, pp 63-76, 2003.
- [6] Handayani, S., Dewi, E. L., Purwanto, W. W., dan Soemantojo, R. W., *Preparasi membran elektrolit berbasis poliaromatik untuk aplikasi sel bahan bakar methanol langsung suhu tinggi*, Journal of materials science, vol.8 (3), pp 192-197, 2007.
- [7] Ward, J., Barrett, P., dan AutoChem, MT. *Monitoring and Quantifying Polymorphic Crystallizations: The Application of Raman*. Mettler Toledo, 2003.
- [8] León-Bermúde, AY., dan Salazar, R., *Synthesis and Characterization of The Polystyrene-Asphaltene Graft Copolymer by FT-IR Spectroscopy*. Ciencia, Tecnología y Futuro - Vol. 3 Núm. 4, 2008.