

ANALISIS KONDUKTIVITAS DAN TERMAL PADA POLIMER ELEKTROLIT DARI KITOSAN/PVA/GLISEROL/LiClO₄ UNTUK APLIKASI BATERAI ION LITIMUM

Nurhadini¹, Verry Andre Fabiani¹, Megawati Ayu Putri¹, Iin Lestari¹

Jurusan Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung, Kampus Terpadu Balunijuk
Email: nurhadini88@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan polimer ramah lingkungan merupakan tantangan bagi industri baterai ion litium saat ini dikarenakan sifatnya yang mudah terbiodegradasi menjadi keunggulan polimer alam seperti kitosan dengan bahan baku dari alam yang melimpah. Komposisi polimer elektrolit dalam penelitian ini terdiri atas kitosan, PVA, gliserol yang didopan dengan LiClO₄. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat konduktivitas dan termal dari polimer elektrolit kitosan/PVA/glisierol/LiClO₄. Pembuatan polimer elektrolit ini menggunakan metode casting. Peningkatan massa kitosan dalam komposisi polimer elektrolit menyebabkan adanya peningkatan intensitas pada bilangan gelombang 1718 cm⁻¹ dan peningkatan intensitas serapan pada bilangan gelombang 1271 cm⁻¹ dengan masing-masing puncak serapan tersebut adalah gugus fungsi dari C=O dan gugus fungsi C-O. Berdasarkan data konduktivitas menunjukkan bahwa komposisi 70/30/20/20 (kitosan /PVA/Glisierol/LiClO₄) memiliki konduktivitas tertinggi sebesar 4,8 x 10⁻⁵ S/cm. Hasil kurva TGA menunjukkan stabilitas termal komposisi polimer elektrolit hingga 210°C dan peningkatan jumlah kitosan dalam polimer elektrolit menurunkan kestabilan termal. Polimer elektrolit dari kitosan/PVA/Glisierol/LiClO₄ dapat diaplikasikan untuk baterai ion litium berdasarkan analisis konduktivitas ionik dan kestabilan termal.

Kata Kunci: baterai ion litium, kitosan, konduktivitas, termal, polimer elektrolit

ABSTRACT

The use of environmentally friendly polymers is a challenge for the lithium-ion batteries industry today because its biodegradable nature is an advantage of natural polymers such as chitosan with abundant raw materials from nature. The polymer electrolyte composition in this study consisted of chitosan, PVA, glycerol doped with LiClO₄. This study aims to analyze the conductivity and thermal properties of the polymer electrolyte chitosan/PVA/Glycerol/LiClO₄. The polymer electrolyte was made using a casting method. The increasing of the chitosan mass in the polymer electrolyte composition led to an increase in intensity at the wave number 1718 cm⁻¹ and an increase in absorption intensity at the wavenumber of 1271 cm⁻¹ with absorption peaks being a functional group of C=O and C-O respectively. Based on the conductivity data, it showed that the composition of 70/30/20/20 (chitosan/PVA/Glycerol/LiClO₄) had the highest conductivity of 4.8 x 10⁻⁵S/cm. The results of the TGA curve illustrated that polymer electrolyte had thermal stability until 210°C and the increasing amount of chitosan of polymer electrolyte decreased thermal stability. Polymer electrolyte chitosan/PVA/Glycerol/LiClO₄ is suitable for lithium-ion batteries based on ionic conductivity and thermal stability.

Keyword: lithium-ion batties, chitosan, conductivity, thermal, polymer electrolyte

PENDAHULUAN

Baterai merupakan sumber penyimpan energi dengan prinsip elektrokimia yang mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik (Hadiyanti dkk., 2018). Seperti telah diketahui bahwa baterai litium merupakan komponen penting pada berbagai peralatan elektronik yang digunakan manusia saat ini seperti laptop, handphone dan gadget lainnya.

Penggunaan baterai dirasa sangat penting untuk kemajuan teknologi kedepannya sehingga inovasi teknologi mengenai baterai perlu dikembangkan lebih lanjut. Namun limbah baterai tersebut akan merusak lingkungan dan sangat berbahaya jika tidak ditangani lebih lanjut. Penggunaan membran polimer elektrolit dianggap lebih aman, praktis, memiliki stabilitas kimia dan termal yang baik, konduktivitas proton yang tinggi, berbiaya rendah, sumber

bahan baku yang melimpah dan dapat dibentuk dalam ukuran yang kecil menyerupai lapisan tipis (Gray & Armand, 1999; Rahmawati & Gonggo, 2013).

Pada baterai litium, ion litium bergabung ke dalam matriks polimer elektrolit yang merupakan polimer sintetik dan tidak ramah lingkungan, yang umumnya menggunakan PEO (Rosero dkk., 2019).. Penggunaan polimer ramah lingkungan merupakan tantangan bagi industri baterai saat ini, sifatnya yang mudah terbiodegradasi menjadi keunggulan polimer alam seperti kitosan. Bahan baku kitosan sangat melimpah di alam sehingga mudah diperoleh dan memiliki stabilitas termal yang tinggi, disisi lain adanya gugus amino dan gugus hidroksil pada kitosan berpotensi untuk dimodifikasi menghasilkan material bermuatan pada pembuatan membran polimer elektrolit (Yulianti dkk., 2013; Jin dkk., 2004; Riyanto dkk., 2011).

Polimer elektrolit dalam penelitian ini tersusun kitosan dengan penambahan agen pengarah struktur berupa semi *interpenetrating polymer network* (semi-IPN) yaitu poli (vinil alkohol) (PVA) dengan sifat mekanik yang baik (Hassan & Peppas, 2000). PVA dapat membentuk film yang stabil dengan kristalinitas yang rendah (Zhang et al., 2007). Pada penelitian sebelumnya, kajian mengenai konduktivitas ion pada polimer elektrolit yang tersusun atas 70% kitosan/PVA (90/10) dengan 30% LiClO₄ mencapai $4,57 \times 10^{-3}$ S/cm dan memiliki kestabilan termal diatas 150 °C (Novitasari & Gonggo, 2016). Adanya penambahan gliserol meningkatkan nilai konduktivitas sementara garam LiClO₄ berperan sebagai sumber ion (Alves dkk., 2016; Kadir dkk., 2010). Komposisi polimer penelitian ini menggunakan kitosan/PVA/Gliserol/LiClO₄ yang diharapkan yang dapat diaplikasi baterai ion litium.

BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam asetat glasial, kitosan, litium perklorat diperoleh dari Merck (Darmstadt, Germany). Sedangkan polivinilasetat (PVA) dan gliserol berkualifikasi teknis.

Sintesis membran polimer elektrolit

Sejumlah kitosan dilarutkan dalam 2% asam asetat glasial sebanyak 20 mL dan pada gelas kimia yang lain dilarutkan PVA dalam 20 mL akuades dengan total massa polimer sebanyak 0,4 gram. Variasi komposisi kitosan-PVA (% b/b) yaitu 10/90; 30/70; 50/50; 70/30; dan 90/10. Kemudian masing-masing larutan dicampur dan diaduk dengan pengaduk magnet selama 24 jam hingga homogen. Campuran tersebut dimasukkan masing-masing sebanyak 20% gliserol (b/b) dan 20% (b/b) LiClO₄ dari total massa polimer. Komposisi total polimer elektrolit (kitosan/PVA/Gliserol/LiClO₄) yang digunakan adalah 10/90/20/20; 30/70/20/20; 50/50/20/20; 70/30/20/20; dan 90/10/20/20 (b/b). Setelah membentuk campuran yang homogen, campuran kemudian di-*casting* dalam plat/wadah akrilik. Kemudian pelarutnya diuapkan selama seminggu pada temperatur kamar dan sehingga terbentuk lapisan tipis polimer elektrolit.

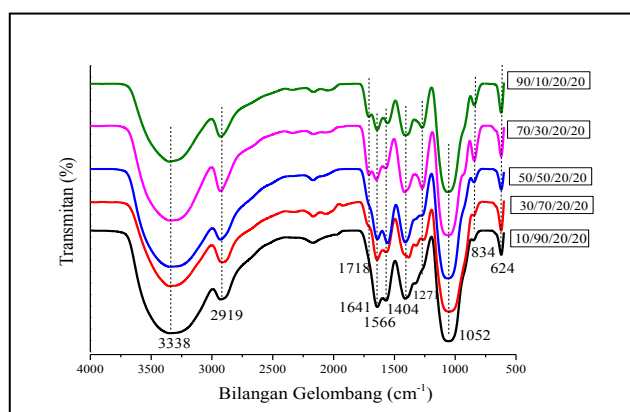
Analisis membran polimer elektrolit

Membran polimer elektrolit yang terbentuk dari campuran kitosan/PVA/gliserol/LiClO₄ dilakukan serangkaian karakterisasi meliputi analisis FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsinya, analisis konduktivitas untuk mengetahui kemampuan menghantarkan ion dan analisis termal untuk mengetahui kestabilan termal

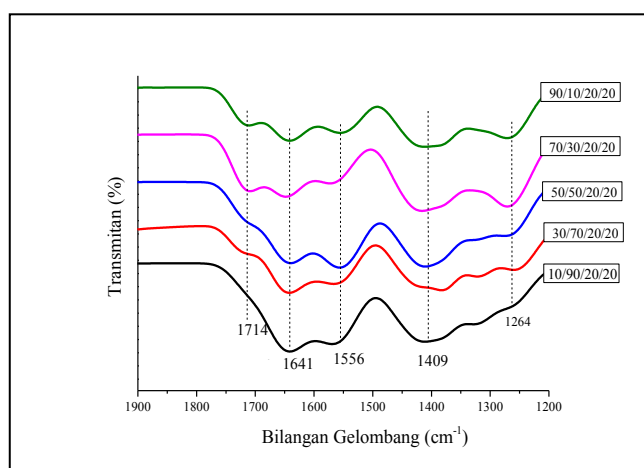
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis gugus fungsi

Spektrum ATR-FTIR kitosan/PVA/Gliserol/LiClO₄ menunjukkan adanya gugus fungsi yang teridentifikasi pada Gambar 1a dan 1b. Polimer elektrolit memiliki serapan yang mirip pada semua komposisi. Peningkatan kitosan pada komposisi polimer elektrolit (70/30/20/20; 90/10/20/20) menyebabkan adanya muncul puncak serapan pada bilangan gelombang 1718 cm⁻¹ dan peningkatan intensitas serapan pada bilangan gelombang 1271 cm⁻¹. Masing-masing puncak serapan tersebut adalah gugus fungsi dari C=O dan gugus fungsi C-O yang berasal dari kitosan.



Gambar 1. (a) Spektra ATR-FTIR polimer elektrolit kitosan/PVA/gliseroL/LiClO₄



Gambar 1. (b) Perbesaran spektra ATR-FTIR polimer elektrolit kitosan/PVA/gliseroL/LiClO₄ pada bilangan gelombang 1700 cm⁻¹ hingga 1200 cm⁻¹

Gugus-gugus fungsi lain yang teridentifikasi adalah gugus fungsi –OH pada bilangan gelombang 3338 cm⁻¹. Pita serapan pada bilangan gelombang 2919 cm⁻¹ merupakan gugus fungsi C-H dari alkil. Pita serapan pada bilangan gelombang 1641 cm⁻¹ merupakan vibrasi ulur dari amida C=O dan puncak pada 1566 cm⁻¹ merupakan deformasi dari amida primer. Pita serapan pada bilangan gelombang 1078 cm⁻¹ merupakan vibrasi ulur alkohol primer. Pita serapan pada bilangan gelombang 834 cm⁻¹ dan 624 cm⁻¹ merupakan serapan dari gugus fungsi ClO₄⁻ (Gonggo dkk., 2017; Pratiwi, 2018; Yulianti dkk., 2015).

Analisis konduktivitas

Konduktivitas ionik merupakan komponen yang penting dalam pertimbangan sintesis polimer elektrolit. Hal ini berkaitan dengan kemampuan membran polimer

elektrolit tersebut menghantarkan ion litium dari satu ke elektroda lainnya sehingga polimer elektrolit memiliki konduktivitas ionik yang tinggi. Berikut adalah tabel nilai konduktivitas komposisi kitosan/PVA/GliseroL/LiClO₄.

Tabel 1. Konduktivitas (σ_{ac}) polimer elektrolit komposisi kitosan/PVA/gliseroL/LiClO₄

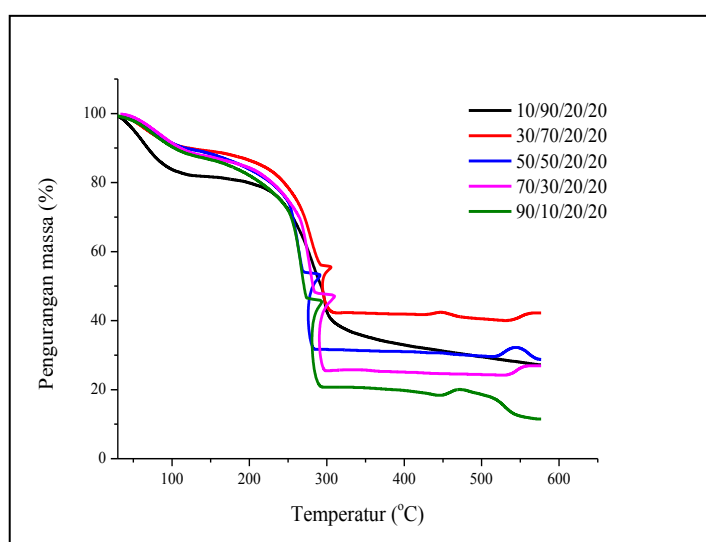
Komposisi	Konduktivitas (σ_{ac}) (S/cm)
10/90/20/20	$2,01 \times 10^{-7}$
30/70/20/20	$2,52 \times 10^{-6}$
50/50/20/20	$8,62 \times 10^{-6}$
70/30/20/20	$4,8 \times 10^{-5}$
90/10/20/20	$4,23 \times 10^{-5}$

Tabel 1. terlihat bahwa nilai konduktivitas tergantung dari komposisi yang digunakan. Konduktivitas ac tertinggi diperoleh pada komposisi polimer elektrolit kitosan/PVA/gliserosol/LiClO₄ yaitu 70/30/20/20 sebesar $4,8 \times 10^{-5}$ S/cm. Nilai konduktivitas tertinggi pada komposisi tersebut memenuhi untuk diaplikasikan sebagai polimer elektrolit di baterai ion litium (10^{-7} - 10^{-3} Ω^{-1} cm⁻¹) (Hirankumar, et al., 2004; Hariyawati, et al., 2019). Peningkatan nilai konduktivitas menunjukkan adanya interaksi antara ion Li⁺ dengan gugus OH dari PVA dan NH₂ dari kitosan Gugus-gugus ini bertindak sebagai *hoping sites* untuk ion Li⁺ dapat bermigrasi pada campuran polimer

elektrolit. Konduktivitas meningkat seiring dengan kemudahan ion Li⁺ bermigrasi dalam polimer elektrolit (Chatterjee, dkk., 2015; Rathod dkk., 2014).

Kestabilan termal

Kestabilan termal dianalisis melalui TGA yang bertujuan untuk mengetahui dekomposisi polimer elektrolit terhadap temperatur. Kestabilan termal pada polimer elektrolit merupakan salah satu parameter yang penting untuk memastikan keamanan dalam penggunaan baterai (Long dkk., 2016). Gambar 2 adalah kurva TGA polimer elektrolit pada kitosan/PVA/gliserosol/LiClO₄ berbagai komposisi.



Gambar 2. Kurva TGA kitosan/PVA/gliserosol pada berbagai komposisi

Berdasarkan Gambar 2, kestabilan termal polimer elektrolit kitosan/PVA/gliserosol/LiClO₄ diketahui hingga 210 °C. Penelitian Yusof dkk (2013) pada polimer elektrolit PVA-kitosan dengan penambahan NH₄Br kestabilan termal diperoleh hingga 260°C. Pada umumnya suhu operasional baterai ion litium adalah -20-60 °C sehingga polimer elektrolit kitosan/PVA/gliserosol/LiClO₄ tersebut memungkinkan diaplikasikan pada baterai ion litium. Peningkatan jumlah kitosan dalam polimer elektrolit menyebabkan polimer elektrolit menjadi lebih mudah terdegradasi yang ditandai dengan pengurangan massa yang lebih besar. Pada temperatur 30-100 °C

kehilangan massa sebesar 12% hingga 18% mengindikasikan kehilangan air dan residu dari asam asetat. Pada temperatur 120-300 °C terjadi pengurangan massa 40% hingga 67%. Pengurangan massa terbesar mengindikasikan bahwa polimer elektrolit sudah mulai terdegradasi dengan adanya pemutusan ikatan intermolekular dan struktur molekul (Yusof, dkk., 2014; Riyanto dkk., 2011).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis gugus fungsi menggunakan ATR-FTIR menunjukkan bahwa peningkatan jumlah kitosan dalam polimer elektrolit meningkatkan intensitas

serapan pada gugus C=O dan C-O yang berasal dari kitosan. Berdasarkan analisis konduktivitas peningkatan kitosan dalam komposisi polimer elektrolit dapat meningkatkan nilai konduktivitas hingga $4,8 \times 10^{-5}$ S/cm dengan komposisi kitosan/PVA/glisierol/LiClO₄ yaitu 70/30/20/20. Hasil TGA menunjukkan bahwa kestabilan termal hingga 210°C dan peningkatan jumlah kitosan dalam polimer elektrolit menyebabkan kestabilan termal berkurang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional atas didanainya Penelitian Dosen Pemula Tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves, R.L.S., Sentanin, F., Sabandini, R.C., Pawlicka, A. & Silva, M.M. 2016. Influence of cerium triflate and glycerol on electrochemical performance of chitosan electrolytes for electrochromic devices, *Electrochimica Acta*, 217, 108-116.
- Chatterjee, B., Kulshrestha, N. & Gupta, P.N. 2015. Preparation and characterization of Lithium ion conducting solid polymer electrolytes from biodegradable polymers starch and PVA, *International Journal of Engineering Research and Applications*, 5(6), 116-131.
- Gonggo, S. T., Diah, A.W.M. & Lateene, R. 2017. Pengaruh kaolin terhadap membran blend kitosan polivinil Alkohol-Litium sebagai membran elektrolit untuk aplikasi baterai ion Litium, *Jurnal Akademika Kimia*. 6(1), 55-64.
- Gray, F., & Armand, M. 1999. *Polymer electrolytes. handbook of battery materials*. New York: Wiley-VCH.
- Hariyawati, N.K., Saraswati, L.P.A. & Arcana, I.M. 2019. Properties of polymer electrolytes based on chitosan/poly(vinyl alcohol) for lithium battery application, *American Journal of Engineering Research*, 8(4), 135-143.
- Hassan, C.M. & Peppas, N.A. 2000. Structure and applications of poly (vinyl alcohol) hydrogels produced by conventional crosslinking or by freezing/thawing methods, *Advances in Polymer Science*.153(9), 37-65.
- Hirankumar, G., Selvasekarapandian, S., Bhuvaneshwari, M.S., Baskaran, R., & Vijayakumar M.S. 2004. AC impedance studies on proton conducting polymer electrolyte complexes (PVA-CH₃COONH₄), *Ionics*. 10(1), 135-138.
- Jin, J., Song, M. & Hourston, D.J. 2004. Novel chitosan-based films cross linked by genipin with improved physical properties, *Biomacromolecules*. 5(1), 162-168.
- Kadir, M.F.Z., Majid, S.R. & Arof, A.K. 2010. Plasticized chitosan-PVA blend polymer electrolyte based proton battery, *Electrochimica Acta*, 55(4), 1475-1482.
- Long, L., Wang, H., Xiao, M. & Meng, Y. 2016. Polymer electrolytes for lithium polymer batteries. *Journal of Materials Chemistry A*. 55(4), 10038-10069.
- Novitasari, R. & Gonggo, S.T., 2016. Pengaruh silika terhadap membran blend kitosan-polivinil alkohol-litium sebagai membran elektrolit baterai ion Litium, *Jurnal Kimia Akademika*. 5(1), 44-49.
- Pratiwi, D.E. 2018. Sintesis membran elektrolit padat berbahan dasar kitosan, *Jurnal Sainsmat*, 7(2), 86-91.
- Rahmawati, S. & Gonggo, S. 2013. Sintesis membran elektrolit kitosan untuk aplikasi ion litium, *Prosiding. Seminar Nasional Sains dan Matematika II.C-07*.
- Rathod, S.G., Bhajantri, R.F., Ravindrachary, V. & Sheela, T. 2014. Ionic conductivity and dielectric studies of LiClO₄ doped poly (vinylalcohol)(PVA)/chitosan(CS) composites, *Journal of Advance Dielectrics*. 4(4), 1-7.
- Riyanto, B., Maddu, A. & Dewi, R.S. 2011. Baterai cerdas dari elektrolit polimer kitosan-PVA dengan penambahan ammonium nitrat, *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 14(2), 70-77.
- Rosero, M.I.D., Meneses, N.M.J. & Kaffure,

- R.U. 2019. Thermal properties of composite polymer electrolytes poly(ethylene oxide)/sodium trifluoroacetate/aluminum oxide (PEO)₁₀CF₃COONa + x wt.% Al₂O₃, *Materials*. 12(9), 1464.
- Yulianti, E., Sudaryanto & Ginting, J. 2015. Pengaruh penambahan garam-garam lithium terhadap sifat elektrolit padat polimer berbasis kitosan, *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 16(3), 133-138.
- Yusof, Y.M., Illias, H.A. & Kadir, M.F.Z. 2014. Incorporation of NH₄Br in PVA-chitosan blend-based polymer electrolyte and its effect on the conductivity and other electrical properties, *Ionics*. 20(3), 1235-1245
- Zhang, Y., Huang, X. & Duan, B. 2007. Preparation of electrospun chitosan / poly (vinyl alcohol) membranes, *Colloid Polymer Science*. 285(4), 855-863.