

## Pengaruh Konsentrasi Kalium Asetat dan Natrium Asetat terhadap Konduktivitas Elektrolit Padat $\text{KMn}_{(2-x)}\text{Mg}_x\text{O}_2$ dan $\text{NaMn}_{(2-x)}\text{Mg}_x\text{O}_2$

Rahmad Nuryanto, Linda Suyati, Cipto Harjono, Rahmani Anggrayni  
Jurusan Kimia, F. MIPA Universitas Diponegoro

### ABSTRAK

Pembuatan elektrolit padat  $\text{KMn}_{(2-x)}\text{Mg}_x\text{O}_2$  dan  $\text{NaMn}_{(2-x)}\text{Mg}_x\text{O}_2$  dilakukan dengan metode sol-gel dengan variasi konsentrasi Kalium Asetat dan Natrium Asetat. Kalium Asetat dan Natrium Asetat dengan konsentrasi 0,1 sampai 0,5 masing-masing dicampur dengan larutan Mangan Asetat, Magesium asetat dan asam sitrat. Larutan-larutan tersebut diaduk selama 2 jam, kemudian dievaporasi dengan temperatur  $80^\circ\text{C}$  selama 2 jam, selanjutnya dilakukan *drying* dengan temperatur  $175^\circ\text{C}$  dan kalsinasi dengan temperatur  $650^\circ\text{C}$ . Hasilnya berupa padatan diuji konduktivitas dan gugus fungsinya dengan FTIR.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa konduktivitas tertinggi dari elektrolit padat  $\text{KMn}_{(2-x)}\text{Mg}_x\text{O}_2$  dan  $\text{NaMn}_{(2-x)}\text{Mg}_x\text{O}_2$  diperoleh pada konsentrasi Kalium Asetat 0,1 M dan Natrium asetat 0,1 M. Hubungan antarkonsentrasi(c) dengan konduktivitas ( $\kappa$ ) untuk  $\text{KMn}_{(2-x)}\text{Mg}_x\text{O}_2$  adalah  $c = -64,05 + 42,3$  dan untuk  $\text{NaMn}_{(2-x)}\text{Mg}_x\text{O}_2$   $c = -269,45\kappa + 222,85$ .

*Keywords: Elektrolit padat, Sol-gel,  $\text{KMn}_{(2-x)}\text{Mg}_x\text{O}_2$ ,  $\text{NaMn}_{(2-x)}\text{Mg}_x\text{O}_2$ , konduktivitas*

### PENDAHULUAN

Baterai merupakan sumber energi kimiawi yang dapat menghasilkan energi listrik dan mempunyai beberapa kelebihan yaitu dapat diisi ulang, ringan dan dapat menyimpan energi yang cukup besar [1]. Beberapa komponen dalam baterai yaitu elektroda, elektrolit, dan separator [2].

Daya simpan energi yang cukup besar memberikan inspirasi kepada para ilmuwan dalam mengembangkan baterai untuk memperbaiki kualitasnya [3]. Salah satu perkembangan yang dilakukan adalah meningkatkan kualitas elektrolit pada baterai dengan cara mengubah elektrolit cair (pasta) menjadi elektrolit padat [4]. Elektrolit merupakan suatu zat terlarut dalam larutan yang berfungsi sebagai konduktor elektrik [5]. Pembuatan elektrolit padat pada baterai telah banyak dikembangkan dari tahun 1973 sampai 2002 oleh para peneliti seperti Meluca, Bullock, West, James, dsb.

Nilai konduktivitas yang kecil merupakan kelemahan dalam penelitian sehingga digunakan sebuah cara yaitu metode sol-gel pada awal 2004 oleh Suresh. Metode sol-gel adalah suatu metode dalam pembuatan elektrolit padat dengan adanya

pembentukan materi menjadi sol dan gel [6]. Sejak pengembangan baterai Li-ion yaitu penggunaan logam lithium dalam  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  seorang peneliti dari India yaitu Suryakala mulai meneliti pembuatan elektrolit padat dengan metode sol-gel [7]. Prosedur yang lebih sederhana dengan menyisipkan logam Mg dalam struktur  $\text{LiMnO}_4$  antara lain menghasilkan ukuran partikel yang seragam, struktur kristal rapih, dan kapasitas isi ulang mencapai  $140 \text{ mAhg}^{-1}$  akan tetapi terdapat kelemahan yaitu waktu kalsinasi yang lama [8]. Penyisipan logam Mg diharapkan dapat memperbaiki sifat elektrokimia dari  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  yaitu struktur dan bentuk produk menjadi lebih baik sehingga lebih stabil [9].

Penelitian kali ini untuk menentukan pengaruh konsentrasi kalium asetat dan Natrium asetat terhadap konduktivitas elektrolit padat  $\text{KMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  dan  $\text{KMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$ . Penggantian logam Li oleh logam K atau Na diharapkan dapat memperbaiki nilai konduktivitas elektrolit padat  $\text{KMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  lebih tinggi daripada  $\text{LiMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$ .

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 1. Pembuatan elektrolit padat $\text{KMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$ dan $\text{NaMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$

Kristal  $\text{KMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  dibuat dengan mencampurkan K, Mn, dan Mg yang telah berada dalam bentuk asetat dengan asam sitrat dengan masing-masing konsentrasi yang sama. Pengadukan dengan *magnetic stirer* sampai dengan homogen,  $\pm 6$  jam, kemudian dilanjutkan dengan evaporasi selama  $\pm 2$  jam pada suhu  $80^\circ\text{C}$ . Proses evaporasi menaikkan viskositas larutan. Pengeringan dengan suhu  $175^\circ\text{C}$  selama 12 jam untuk menghilangkan pengotor-pengotor organik dan mendapatkan  $\text{NaMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  dalam bentuk gel. Dilakukan kalsinasi selama  $\pm 8$  jam pada suhu  $750^\circ\text{C}$ . Saat kalsinasi inilah proses pembentukan struktur kristal  $\text{KMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$ . Proses diatas juga dilakukan pada konsentrasi K-asetat dengan konsentrasi masing-masing 0,1, 0,2, 0,3 0,4 dan 0,5 M.

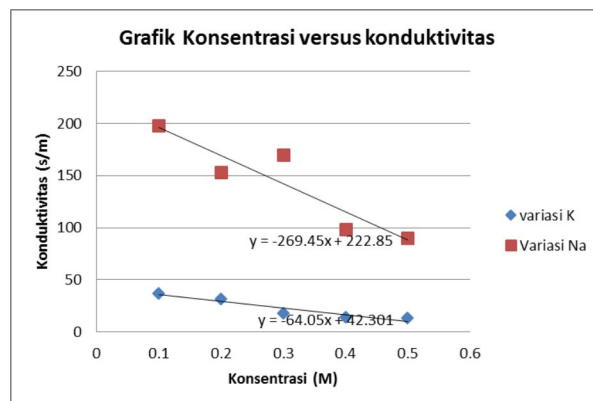
Untuk pembuatan  $\text{NaMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  dilakukan dengan cara yang sama dengan kalium asetat diganti dengan Na-asetat.

## 2. Penentuan Konduktivitas padatan dan Analisis Spektroskopi FTIR

Konduktivitas ditentukan dengan cara mengukur hambatan material padatan  $\text{KMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  dan  $\text{KMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  dengan menggunakan ohm meter pada tabung dengan ukuran panjang dan luasan tetap. Analisis Spektroskopi FTIR untuk padatan dengan konduktivitas tertinggi dilakukan untuk menentukan gugus fungsi senyawa yang dihasilkan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran konduktivitas menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi maka semakin kecil konduktivitasnya sebagaimana gambar 1. Penurunan ini disebabkan karena proses pemindahan K dan dengan konsentrasi yang besar akan terhambat oleh mekanisme pergerakan pada jaringan padatan. Menurut [10] Minami (2005) pada padatan elektrolit dengan kandungan Li, hanya ion Li yang bergerak menjadi anion lawan pada jaringan kation yang membentuk jaringan yang kaku. Sedangkan menurut [9] Lesley (2008) bahwa semakin tinggi konsentrasi partikel dalam padatan maka semakin sulit partikel untuk bergerak.



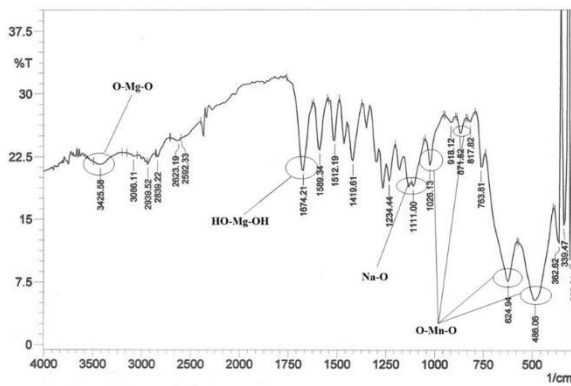
**Gambar 1.** Grafik konsentrasi Natrium asetat dan Kalium asetat terhadap konduktivitas padatan produk

Gambar 1. Menunjukkan bahwa elektrolit yang menggunakan Natrium memiliki konduktivitas yang jauh lebih besar dibandingkan dengan menggunakan Kalium. Hal ini disebabkan jari-jari ion antara Na lebih kecil dibandingkan dengan K yang terdapat dalam periode yang berbeda dalam golongan yang sama. Hal ini berakibat bahwa ion Na dalam elektrolit padat tersebut lebih mudah berpindah-pindah dalam jaringan dibandingkan dengan Kalium.

Penurunan konduktivitas terjadi seiring meningkatnya konsentrasi Na dan K dalam larutan padat hal ini disebabkan bahwa dalam jaringan apabila terdapat konsentrasinya akan menghambat migrasi ion dalam jaringan elektrolit tersebut. Penuruna ini sesuai dengan persamaan matematika sebagai berikut : untuk  $\text{NaMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  adalah  $\kappa = -269,45 C + 222,85$  sedangkan untuk  $\text{KMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  adalah  $\kappa = -64,05 C + 42,301$ .

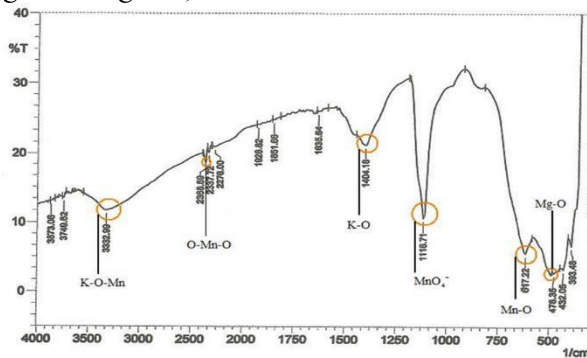
Hasil analisis FTIR pada konsentrasi Natriumasetat 0,1 M dimana diperoleh konduktivitas tertinggi dari larutan padat  $\text{NaMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  diperoleh beberapa serapan sebagai berikut : Pita karakteristik Mn-O stretching dalam  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  diperlihatkan serapan pada bilangan gelombang  $400-1000 \text{ cm}^{-1}$  (Li,2009), serapan pada daerah bilangan gelombang  $1056,99 \text{ cm}^{-1}$  dan  $2276,0 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi O-Mn-O dan Mn-O dalam  $\text{MnO}_2$ . Pita karakteristik untuk MgO diperlihatkan serapan pada bilangan gelombang  $3200-3600 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya ikatan Mg-O stretching, sedangkan Mg-OH bending berada pada serapan gelombang  $3600-3800 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1600-1800 \text{ cm}^{-1}$

untuk pita karakteristik untuk Na-O berada pada serapan gelombang  $1100\text{ cm}^{-1}$ . dari gugus fungsi yang yang diperoleh dari FTIR menunjukkan terbantuk ikatan antara K dengan O, O dengan Mn dan Mg dengan O, yang dapat menunjukkan bahwa diperoleh elektrolit padat  $\text{NaMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$ .



**Gambar 2.** Spektra FTIR  $\text{NaMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  untuk konsentrasi 0,1M

Hasil FTIR menunjukkan bahwa pada konsentrasi Kalium asetat 0,1 M menunjukkan adanya K-O-Mn *bending* pada bilangan gelombang  $3332,99\text{ cm}^{-1}$ , O-Mn-O *bending* pada  $2368,59$ , K-O *stretching* pada bilangan gelombang  $1450,47\text{ cm}^{-1}$ , *stretching* dari  $\text{MnO}_4^-$  pada  $1118,71\text{ cm}^{-1}$ , Mn-O *stretching* pada  $617,22\text{ cm}^{-1}$ , dan Mg-O *stretching* pada bilangan gelombang  $478,35\text{ cm}^{-1}$ .



**Gambar 3.** Spektra FTIR  $\text{KMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  untuk konsentrasi 0,1M

Data FTIR tersebut menunjukkan terdapat ikatan antara K-O-Mn dan O-Mn-O, serta  $\text{MnO}_4^-$  sehingga struktur padatan yang diperoleh mempunyai struktur dasar  $\text{KMn}_2\text{O}_4$  yang tersisipi sejumlah Mg terikat didalamnya ditandai dengan munculnya *stretching* Mg-O. Sehingga padatan tersebut merupakan padatan elektrolit  $\text{KMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$ .

### KESIMPULAN

Dari Penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Elektrolit padat  $\text{NaMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  memiliki konduktivitas lebih tinggi dibanding elektrolit padat  $\text{KMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$
2. Semakin tinggi konsentrasi logam Natrium maupun Kalium dalam elektrolit padat menurunkan nilai konduktivitas elektrolit padat yang dihasilkan

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brian R. E., 2005, *High Temperature Polymers for Proton Exchange Membrane Fuel Cells*, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Macromolecular Science and Engineering, Blacksburg, Virginia.
- [2] Trapa P. E., Won Y. Y., Simon C. M., Elsa A. O., Biying Huang, Donald R. S., Anne M. M, and Steven D., 2005, Rubbery Graft Copolymer Electrolytes for Solid-State, Thin-Film Lithium Batteries, *Journal of The Electrochemical Society*, West Bethesda, Maryland, USA, Vol. 152 p. A1-A5.
- [3] Bullock S. Edan Kofinas P., 2003, Nanoscale battery materials based on the self-assembly of block copolymers, *Journal of Power Sources*, Department of Chemical Engineering, University of Maryland, College Park USA, USA, Vol. 132 p.256-260.
- [4] Sun Y. K., Kim D. K, Jin S. H, Hyung Y. E., Moon S. I., and Park D. K., 1998, *Synthesis and Cycling Behavior of  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  Cathode Materials Prepared by Glycine-Assisted Sol-Gel Method For Lithium Secondary Batferies*, Polymer Materials Laboratory, Chemical Sector, Samsung Advanced Institute of Technology, Korea, Vol.15(1) p.64-70.
- [5] Kim D. K., Muralidharan P., Lee H. W., Ruffo R., Yang Y., Chan C. K, Peng H., Huggins R. A, and Yi Cui, 2008, *Spinel  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  Nanorods as Lithium Ion Battery Cathodes*, Stanford University, Stanford, California, Vo.: 8 No.11 p. 3948-3952.
- [6] Minakshi M., 2006, *Electrochemistry Of Catode Material In Aqueous Lithium Hidroxide Electrolyte*, Dissertasi, Division

- of Science and Engineering, Murdoch university, Western Australia, Australia.
- [7] Shiao Y. S., Su D.T., Yang J. L, and Hung R. W., 2008, *Electrochemistry Theorem Based State-of-Charge Estimation of the Lead Acid Batteries for Electric Vehicles*, Department of Electrical Engineering National Changhua University of Education Shi-Da Rd., Changhua City, Taiwan, Vol. 7 p.1092-1114.
- [8] Suryakala K., Kalaigan K.G., and Vasudevan T., 2006, Synthesis and Electrochemical Improvement of Nanocrystalline  $\text{LiMn}_{2-x}\text{Mg}_x\text{O}_4$  Powder Using Sol-Gel Method, *International Journal of Electrochemical Science*, Department of Industrial Chemistry, Alagappa University, Karaikudi – 630 003, Tamilnadu, India, p. 372-378.
- [9] Lesley E.S., and Elaine A. M., 2008, *Solid State Chemistry*, third edition, Taylor & Francis Group, LLC, Singapura.
- [10] Minami T., 2005, *Solid State Ionics for Batteries*, Springerlink, Tokyo.