

# Pengembangan material komposit elektrolit padat berbasis fosfat dengan penambahan Montmorillonite untuk Aplikasi Baterai Lithium = Development of phosphate-based solid electrolyte composite material with Montmorillonite addition for Lithium Battery Applications.

Heri Jodi, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20482219&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Penggunaan elektrolit cair dalam baterai masih menyisakan masalah keamanan akibat kebocoran dan kebakaran. Karena itu, penelitian dan penemuan elektrolit padat dengan performa yang bagus menjadi hal yang sangat menarik dan penting dilakukan, untuk menggantikan elektrolit cair dalam baterai. Lithium Fosfat ( $\text{Li}_3\text{PO}_4$ ) adalah elektrolit padat berbasis  $x\text{Li}_2\text{O}-y\text{P}_2\text{O}_5$  ( $x=3, y=1$ ) yang stabil, namun memiliki konduktivitas ionik yang kecil sekitar  $10^{-9} \sim 10^{-8}$  S/cm, terlalu rendah untuk diaplikasikan menjadi elektrolit dalam baterai. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan elektrolit padat baru berbasiskan  $\text{Li}_2\text{O}-\text{P}_2\text{O}_5$ , dengan modifikasi komposisi paduannya, dan dikombinasikan dengan Montmorillonite (MMT) membentuk material komposit elektrolit padat. Komposit elektrolit dipreparasi melalui teknik pencampuran metalurgi biasa dan disintesis memanfaatkan teknik reaksi padatan *melt-quenching*. Morfologi komposit hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dipadukan dengan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS) untuk analisis unsur, sedangkan *X-ray Diffractometer* (XRD) digunakan untuk analisis struktural. Pengujian performa elektrokimia yang meliputi konduktivitas, impedansi dan sifat dielektrik komposit dilakukan menggunakan *Electrochemical Impedance Spectrometry* (EIS). Pencampuran paduan  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  dengan MMT menggunakan pengikat PVDF, memberikan komposit yang menunjukkan konduktivitas sebesar  $3.59 \times 10^{-7}$  S/cm. Modifikasi komposisi x dari 3 menjadi 1.5, memberikan peningkatan konduktivitas menjadi  $3.98 \times 10^{-6}$  S/cm, 2-3 orde lebih tinggi dari konduktivitas  $\text{Li}_3\text{PO}_4$ . Penambahan konten MMT ke dalam paduan hasil modifikasi komposisi  $1.5\text{Li}_2\text{O}-\text{P}_2\text{O}_5$ , menciptakan komposit elektrolit padat baru yang menunjukkan konduktivitas lebih baik pada orde  $10^{-4}$  S/cm. Peningkatan konduktivitas tersebut diyakini merupakan kontribusi fasa dominan  $\text{Li}_4\text{P}_2\text{O}_7$ . MMT berkontribusi meningkatkan sifat dielektrik komposit, dan mengakibatkan muatan dalam elektrolit menjadi lebih mudah bergerak, yang ditunjukkan dengan nilai energi aktivasi komposit dengan kandungan MMT sebesar 0,86 eV, lebih rendah dibandingkan dengan komposit tanpa MMT sebesar 1.50 eV. Komposit  $\text{Li}_2\text{O}-\text{P}_2\text{O}_5$ -MMT terbukti bisa berfungsi dengan baik sebagai elektrolit padat dalam sel baterai, dan menghantarkan muatan pada proses *charge-discharge*

---

The use of liquid electrolytes in the battery still leaves safety problems due to leaks and fires. Therefore, research and discovery of solid electrolytes with good performance are very interesting and important to do, to replace liquid electrolytes in batteries. Lithium Phosphate ( $\text{Li}_3\text{PO}_4$ ) is a solid electrolyte based on  $x\text{Li}_2\text{O}-y\text{P}_2\text{O}_5$  ( $x = 3, y = 1$ ) which is stable, but

has a small ionic conductivity of about  $10^{-9} \sim 10^{-8}$  S / cm, that still too low to be applied as solid electrolytes in a battery. This study aims to develop new solid electrolyte materials based on  $\text{Li}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$ , with modified compositions, and combined with Montmorillonite (MMT) to form a solid electrolyte composite material. Electrolyte composites are prepared through ordinary metallurgical mixing and synthesized using melt-quenching solid reaction techniques. The morphology of the synthesized composite was characterized using Scanning Electron Microscopy (SEM), combined with the Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS) for elemental analysis, while the X-ray Diffractometer (XRD) was used for structural analysis. Electrochemical performance testing which includes conductivity, impedance, and composite dielectric properties were carried out using Electrochemical Impedance Spectrometry (EIS). Mixing  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  with MMT using PVDF binder, has provided a composite that shows conductivity value of  $3.59 \times 10^{-7}$  S/cm. Modification of the composition of x value, from 3 to 1.5, gave an increase in conductivity to  $3.98 \times 10^{-6}$  S / cm, higher by 2-3 order of magnitude than that of  $\text{Li}_3\text{PO}_4$ . Addition of MMT content to a composition modified system  $1.5\text{Li}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$ , has created a new solid electrolyte composite that shows better conductivity in the order of  $10^{-4}$  S / cm. The increase in conductivity is believed to be the contribution of the dominant phase of  $\text{Li}_4\text{P}_2\text{O}_7$ . MMT contributes to increasing composite dielectric properties and results in charge carriers becoming more easily polarized, which is indicated by the activation energy value of the composite with MMT content of 0.86 eV, lower than the composite without MMT of 1.50 eV.  $\text{Li}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$ -MMT composites have proven to function as solid electrolytes in battery cells and conduct charge carriers in the charge-discharge process.

major-bidi>dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dipadukan dengan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS) untuk analisis unsur, sedangkan *X-ray Diffractometer* (XRD) digunakan untuk analisis struktural. Pengujian performa elektrokimia yang meliputi konduktivitas, impedansi dan sifat dielektrik komposit dilakukan menggunakan *Electrochemical Impedance Spectrometry* (EIS). Pencampuran paduan  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  dengan MMT menggunakan pengikat PVDF, memberikan komposit yang menunjukkan konduktivitas sebesar  $3.59 \times 10^{-7}$  S/cm. Modifikasi komposisi x dari 3 menjadi 1.5, memberikan peningkatan konduktivitas menjadi  $3.98 \times 10^{-6}$  S/cm, 2-3 orde lebih tinggi dari konduktivitas  $\text{Li}_3\text{PO}_4$ . Penambahan konten MMT ke dalam paduan hasil modifikasi komposisi  $1.5\text{Li}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$ , menciptakan komposit elektrolit padat baru yang menunjukkan konduktivitas lebih baik pada orde  $10^{-4}$  S/cm. Peningkatan konduktivitas tersebut diyakini merupakan kontribusi fasa dominan  $\text{Li}_4\text{P}_2\text{O}_7$ . MMT berkontribusi meningkatkan sifat dielektrik komposit, dan mengakibatkan muatan dalam elektrolit menjadi lebih mudah bergerak, yang ditunjukkan dengan nilai energi aktivasi komposit dengan kandungan MMT sebesar 0,86 eV, lebih rendah dibandingkan dengan komposit tanpa MMT sebesar 1.50 eV. Komposit  $\text{Li}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$ -MMT terbukti bisa berfungsi dengan baik sebagai elektrolit padat dalam sel baterai, dan menghantarkan muatan pada proses *charge-discharge*.