

ABSTRAK

Siti Nahilah

NIM: 211720003

Pengaruh Suhu Hidrotermal pada Proses Sintesis $\text{LiNi}_{0,5}\text{Mn}_{0,4}\text{Co}_{0,1}\text{O}_2$ (NMC541) terhadap Performa Elektrokimia Baterai Ion Litium

Baterai ion litium merupakan teknologi penyimpanan energi yang banyak digunakan pada perangkat elektronik portabel. Salah satu komponen utama yang menentukan performa baterai adalah katoda, material berbasis $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$ (NMC) seperti NMC541 menawarkan kombinasi kapasitas tinggi, stabilitas termal dan biaya murah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu hidrotermal (H-160 °C, H-180 °C, H-200 °C dan H-220 °C) terhadap morfologi, struktur kristal dan performa elektrokimia baterai ion litium. Sintesis dilakukan dengan metode hidrotermal diikuti proses kalsinasi pada suhu 750 °C. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa peningkatan suhu hidrotermal mempengaruhi ukuran partikel dan struktur kristal. Ukuran partikel meningkat dari H-160 (4,82 μm), H-180 (5,61 μm) dan H-200 (5,62 μm). Namun, pada sampel H-220 ukuran partikel menurun yaitu 4,97 μm . Struktur kristal heksagonal yang terbentuk semakin baik seiring peningkatan suhu hidrotermal. Uji elektrokimia menunjukkan bahwa performa terbaik diperoleh H-220 °C. dengan kapasitas spesifik *charge* 68,14 mAh/g, *discharge* 54,04 mAh/g dan difusi ion litium $3,32 \times 10^{-9}$ S.Cm²/s. Dengan demikian, H-220 °C dinilai sebagai kondisi optimum untuk menghasilkan katoda NMC541 dengan performa elektrokimia terbaik.

Kata Kunci: Baterai ion litium, NMC541, Hidrotermal

ABSTRACT

Siti Nahilah

NIM: 211720003

The Effect of hydrothermal Temperature on the Synthesis Process of $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.4}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ (NMC541) on the Electrochemical Performance of Lithium-Ion

Lithium-Ion batteries are energy storage technology in portable electronic devices. Among the key components that determine battery performance is the cathode, $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$ (NMC) based materials such as NMC541 offer a combination of high capacity, thermal stability and low cost. This study aims to investigate the effect of hydrothermal temperature variations (H-160 °C, H-180 °C, H-200 °C dan H-220 °C) on the morphology, crystal structure and electrochemical performance of lithium-ion batteries. The synthesis was carried out using the hydrothermal method followed by calcination at 750 °C. Characterization result showed that increasing hydrothermal temperature influenced both particle size and crystal structure, Particle size increased from H-160 (4,82 μm), H-180 (5,61 μm) to H-200 (5,62 μm), but decreased again in H-220 (4,77 μm). The layered hexagonal structure became more well-defines with increasing hydrothermal temperature. Electrochemical testing indicated that the best performance was obtained at H-220 °C, with a specific charge capacity of 68,14 mAh/g, discharge capacity of 54,04 mAh/g and lithium-ion diffusion coefficient of $3,32 \times 10^{-9}$ S.Cm²/s. Therefore, H-220 °C is considered the optimum condition for producing NMC541 cathodes with the best electrochemical performance.

Keywords: Lithium ion battery, NMC541, Hydrothermal

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai bagian dari pemenuhan syarat untuk meraih gelar Sarjana Sains pada program studi Fisika, Fakultas Sains, Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri dan orisinal.

Setiap kutipan, gagasan atau pendapat milik pihak lain yang digunakan dalam karya ini dicantumkan dan diakui secara sah sesuai dengan kaidah akademik dan etika penulisan ilmiah yang berlaku.

Apabila dikemudian hari ditemukan sebagian atau seluruh isi dari skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiarisme saya siap menerima konsekuensi, termasuk pencabutan gelar akademik serta sanksi lain yang ditetapkan sesuai ketentuan berlaku.

Serang, 11 Juli 2025



Siti Nahilah

NIM. 211720003

No : - Kepada Yth.
Lampiran : Satu (1) eks. Dekan Fakultas Sains
Perihal : Pengajuan Munaqosah UIN SMH Banten
a.n Siti Nahilah di-
NIM.211720003 Serang

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

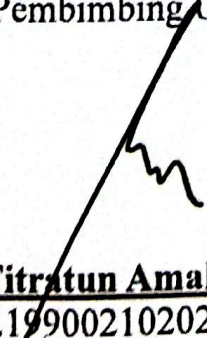
Dengan hormat kami sampaikan bahwa setelah membaca, menelaah dan perbaikan seperlunya, kami menilai bahwa skripsi a.n Siti Nahilah, NIM. 211720003 yang berjudul "*Pengaruh Suhu Hidrotermal pada Proses Sintesis $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.4}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ (NMC541) terhadap Performa Elektrokimia Baterai Ion Litium*" telah memenuhi syarat untuk diajukan sebagai bagian dari kelengkapan dalam mengikuti ujian munaqosah pada Program Studi Fisika, Fakultas Sains, Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten

Atas perhatian dan kerjasamanya, kami sampaikan terima kasih

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Serang, 11 Juli 2025

Pembimbing Utama


Fina Fitratan Amaliyah, M.Sc
NIP.199002102025052002

Pembimbing Pendamping


Dr. Y. Purwamargapratala, M.Si
NIP. 196604081990011001

**Pengaruh Suhu Hidrotermal pada Proses Sintesis $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.4}\text{CO}_{0.1}\text{O}_2$
(NMC541) terhadap Performa Elektrokimia Baterai Ion Litium**

Oleh:


Siti Nahilah

NIM. 211720003

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Fina Fitriatun Amaliyah, M.Sc.
NIP. 199002102025052002


Dr. Y. Purwamargapratala, M.Si.
NIP. 196604081990011001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains

Ketua Program Studi


Dr. Asep Saefurrohman, M.Si.
NIP. 197808272003121003



Elsi Ariani, M.Si.
NIP. 198901232018012001

HALAMAN PENGESAHAN

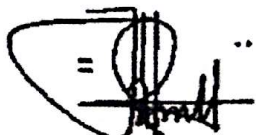
Skripsi yang berjudul “*Pengaruh Suhu Hidrotermal pada Proses Sintesis $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.4}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ (NMC541) terhadap Performa Elektrokimia Baterai Ion Litium*” yang telah disusun oleh Siti Nahilah, NIM. 211720003 telah diujikan dan dinyatakan lulus dalam sidang skripsi Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten pada 11 Juli 2025. Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Fisika.

Serang, 11 Juli 2025


Pembimbing Utama


Fina Fitratun Amaliyah, M.Sc.
NIP. 199002102025052002

Pembimbing Pendamping


Dr. Y. Purwamargapratala, M.Si.
NIP. 198503202008011001

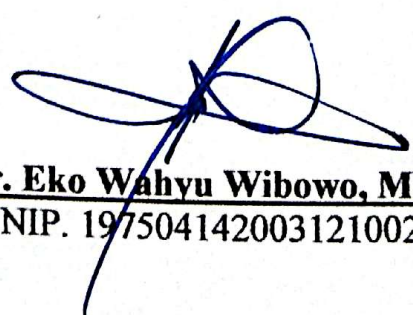
Penguji Utama


M. Fajar Muarif, M.Sc.
NIP. 199402142022031002

Penguji Pendamping


Beta Nur Pratiwi, M.Si.
NIP. 199301022023212036

Ketua Penguji


Dr. Eko Wahyu Wibowo, M.Si.
NIP. 197504142003121002

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim

Puji syukur kepada Allah SWT dan salawat salam senantiasa terurah kepada Nabi Muhammad SAW. Tugas akhir yang berjudul “*Pengaruh Suhu Hidrotermal pada Proses Sintesis $\text{LiNi}_{0,5}\text{Mn}_{0,4}\text{Co}_{0,1}\text{O}_2$ (NMC541) terhadap Performa Elektrokimia Baterai Ion Litium*” merupakan tugas akhir yang diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Wawan Wahyudin, M.Pd., Rektor UIN SMH Banten yang telah memberikan penulis kesempatan untuk menempuh pendidikan dan dan menjadi bagian dari civitas akademik di lingkungan kampus UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.
2. Bapak Dr. Asep Saefurohman, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam penyelesaian studi serta penulisan skripsi ini.
3. Ibu Elsi Ariani, M.Si selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
4. Ibu Fina Fitratun Amaliyah, M.Sc dan Bapak Dr. Yustinus Purnwamargapratala, S.T., M.Si sebagai dosen pembimbing I dan II yang telah membimbing serta memberikan berbagai masukan berharga selama proses penyusunan skripsi.
5. Bapak dan Ibu Dosen di Fakultas Sains UIN SMH Banten yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada penulis selama masa studi.

6. Keluarga dan teman-teman yang telah memberikan motivasi selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca membantu penulis untuk perbaikan selanjutnya.

Penulis hanya dapat menggantungkan harapan kepada Allah SWT, semoga karya tulis ini membawa manfaat bagi semua pihak. Aamiin.

Serang, 11 Juli 2025

Siti Nahilah

DAFTAR ISI

JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	15
A. Latar Belakang Masalah.....	15
B. Batasan Masalah	17
C. Rumusan Masalah	18
D. Tujuan Penelitian	19
E. Manfaat Penelitian	19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	20
A. Landasan Teori.....	20
1. Baterai Ion Litium.....	20
2. Bahan Katoda NMC.....	21
3. Metode Hidrotermal	23
4. TGA	25
5. XRF.....	26
6. XRD	27
7. SEM	28
8. LCR.....	30
9. CV	30
10. EIS.....	31
11. CD	34
B. Penelitian Relevan.....	35

C. Kerangka Berpikir.....	37
D. Hipotesis.....	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
A. Waktu dan Tempat Penelitan	39
B. Alat dan Bahan.....	39
C. Prosedur Penelitian.....	45
D. Teknik Analisa Data.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	52
A. Pengaruh Variasi Suhu Hidrotermal terhadap Morfologi NMC541	52
B. Pengaruh Variasi Suhu Hidrotermal terhadap Struktur NMC541.....	54
1. Pengujian TGA	54
2. Pengujian XRD	56
3. Pengujian XRF.....	59
C. Pengaruh Variasi Suhu Hidrotermal terhadap Performa Elektrokimia Baterai Ion Litium.....	60
1. Pengujian LCR.....	60
2. Pengujian CV	61
3. Pengujian EIS	63
4. Pengujian CD	66
5. Tinjauan Perspektif dengan Baterai Komersial.....	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
A. Kesimpulan	73
B. Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	94