



SINTESIS NANOFIBER $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ YANG BERPOTENSI SEBAGAI ANODE BATERAI ION LITUM DENGAN METODE *ELECTROSPINNING* DI NCI

ANDIEN KUSUMANINGTYAS



**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek tugas akhir dengan judul “Sintesis Nanofiber NaLiTi₃O₇ yang Berpotensi sebagai Anode Baterai Ion Litium dengan Metode *Electrospinning* di NCI” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan proyek tugas akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Andien Kusumaningtyas
J0312201078

ABSTRAK

ANDIEN KUSUMANINGTYAS. Sintesis Nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ yang Berpotensi sebagai Anode Baterai Ion Litium dengan Metode *Electrospinning* di NCI. Dibimbing oleh TRIVADILA dan ALFIAN NOVIYANTO.

Nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ adalah material anode yang menjanjikan, untuk mengatasi permasalahan dendrit litium sehingga dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan energi pada baterai ion litium. $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ berhasil disintesis melalui metode *mechanochemical milling* menggunakan *planetary ball mill*, kemudian diproses lebih lanjut menjadi nanofiber melalui teknik *electrospinning*. Material $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ berhasil disintesis secara *mechanochemical milling* dengan ukuran sebesar 688 nm dan kemurnian sebesar 94,2%. Metode *electrospinning* berhasil memfabrikasi nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ dengan rata-rata ukuran diameter nanofiber pada sampel N1F, N2F, N3F dan N4F berturut-turut sebesar 615,367; 676,157; 717,755; dan 419,130 nm. Analisis spektrum FTIR menunjukkan Na-O berada pada bilangan gelombang 719 cm^{-1} , Ti-O pada 470 cm^{-1} , 702 cm^{-1} dan 806 cm^{-1} dan Li-O pada 457 cm^{-1} . Spektrum Raman pada sampel material dan nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ menunjukkan keberadaan beberapa puncak karakteristik $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ pada 195 cm^{-1} , 235 cm^{-1} , 679 cm^{-1} dan polimer (PVP dan PVDF) pada 1136 cm^{-1} dan 1529 cm^{-1} .

Kata kunci: anode, baterai ion litium, *electrospinning*, $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$, nanofiber

ABSTRACT

ANDIEN KUSUMANINGTYAS. Synthesis of $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ Nanofiber with Potential as Anode Lithium Ion Batteries with Electrospinning Method at NCI. Supervised by TRIVADILA dan ALFIAN NOVIYANTO

Nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ is a promising anode material, to overcome the problem of lithium dendrites so as to increase the energy storage capacity in lithium ion batteries. $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ was successfully synthesised through mechanochemical milling method using planetary ball mill, then further processed into nanofibres through electrospinning technique. $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ material was successfully synthesised by mechanochemical milling with a size of 688 nm and purity by 94.2%. The electrospinning method successfully fabricated $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ nanofibres with the average diameter of nanofibres in samples N1F, N2F, N3F and N4F of 615.36; 676.16; 717.75; and 419.13 nm, respectively. FTIR spectrum analysis showed Na-O at wave number 719 cm^{-1} , Ti-O at 470 cm^{-1} , 702 cm^{-1} and 806 cm^{-1} and Li-O at 457 cm^{-1} . The Raman spectra of $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ material and nanofibre samples showed the presence of several characteristic peaks of $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ at 195 cm^{-1} , 235 cm^{-1} , 679 cm^{-1} and polymers (PVP and PVDF) at 1136 cm^{-1} and 1529 cm^{-1} .

Keywords: anode, electrospinning, lithium ion battery, $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$, nanofiber



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



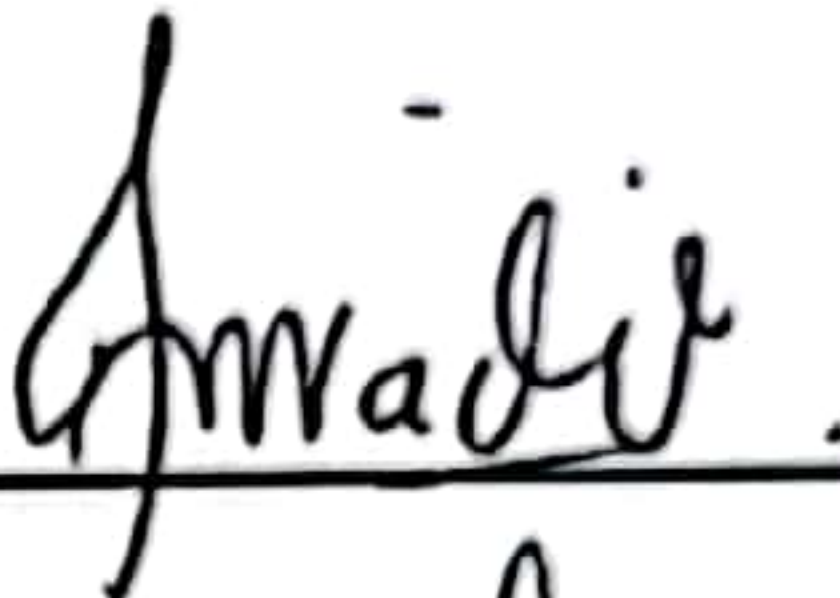
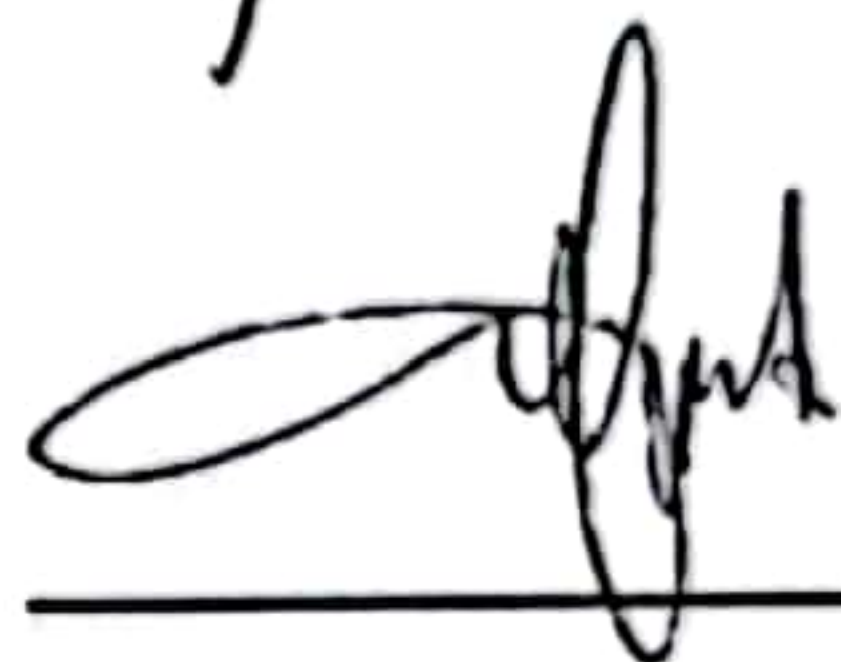
Judul Laporan Proyek : Sintesis Nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ yang Berpotensi sebagai
Tugas Akhir Anode Baterai Ion Litium dengan Metode
Electrospinning di NCI
Nama : Andien Kusumaningtyas
NIM : J0312201078

@Hak cipta milik IPB University

Pembimbing 1:
Trivadila, S.Si., M.Si., Ph.D.

Pembimbing 2:
Alfian Noviyanto, S.T.P., M.T., Ph.D.

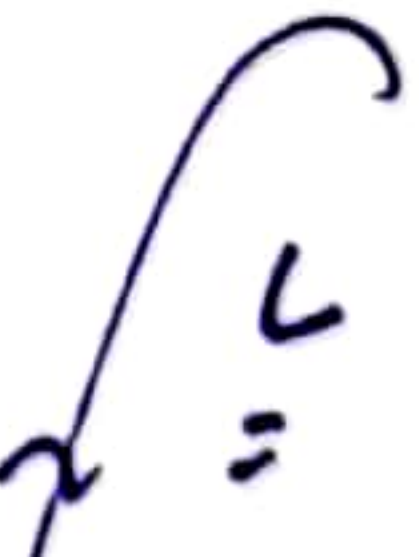
Disetujui oleh

Diketahui oleh

Ketua Program Studi :
Dr. Farida Laila, S.Si. M.Si.
NIP. 197611032014092002

Dekan Sekolah Vokasi :
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP. 1966071719992031003





Tanggal Ujian: 16 Agustus 2024

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Penelitian proyek tugas akhir yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2024 sampai bulan Juni 2024 ini dilaporkan dalam bentuk tugas akhir berjudul “Sintesis Nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ yang Berpotensi sebagai Anode Baterai Ion Litium dengan Metode *Electrospinning* di NCI”. Proyek tugas akhir ini, memuat gambaran secara komprehensif mengenai segala informasi, pengetahuan serta data yang telah diperoleh selama menjalani penelitian.

Saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, arahan dan bimbingan serta wawasan yang sangat berharga dalam menghadapi tantangan melakukan dan menyusun laporan proyek tugas akhir ini. Terima kasih kepada Trivadila, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberi saran dan masukan dalam proses penelitian dan pembuatan tugas akhir. Di samping itu, saya sampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Nano Center Indonesia telah memberikan kesempatan berharga bagi saya untuk memperluas pengetahuan dan keterampilan dengan memberi izin untuk melakukan penelitian. Terima kasih saya ucapkan juga kepada Alfian Noviyanto, S.T.P., M.T., Ph.D. dan Bagas Haqi Arrosyid, S.Si. selaku penanggung jawab atau pembimbing lapang yang telah membimbing selama penelitian dan membantu menyelesaikan tugas akhir ini. Selain itu, saya turut berterima kasih kepada rekan kerja, staff *Advanced Material* dan semua staff di Nano Center Indonesia. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Ibu, Ayah, keluarga dan seluruh teman seperjuangan yang memberikan bantuan, dukungan dan doa. Saya berharap laporan proyek tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi pembaca.

Bogor, Agustus 2024

Andien Kusumaningtyas



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Hipotesis	4
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Baterai Ion Litium	5
2.2 Litium Titanium Oksida ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) dan Natrium Litium Titanium Oksida ($\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$)	6
2.3 <i>Mechanochemical Milling</i>	8
2.4 Nanofiber	10
2.5 Polivinilpirolidon (PVP) dan Poliviniliden Fluorida (PVDF)	11
2.6 Metode <i>Electrospinning</i>	13
III METODE	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Prosedur Kerja	16
3.4 Analisis Data	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Sintesis Material $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ Secara <i>Mechanochemical Milling</i>	20
4.2 Karakterisasi Material $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	21
4.3 Sintesis nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ dengan metode <i>electrospinning</i>	26
4.4 Karakterisasi Nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	28
V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	47
RIWAYAT HIDUP	57

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Formulasi pembuatan larutan nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	17
2	Kondisi <i>elecrosining</i> untuk fabrikasi nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	18
3	Ukuran partikel dan zeta potensial $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	22
4	Parameter kisi senyawa $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	25
5	Morfologi nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ dengan Menggunakan Spektroskopi Raman	28
6	Ukuran diameter nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ menggunakan <i>ImageJ</i>	29
7	Identifikasi gugus fungsi pada spektrum FTIR material dan nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	32
8	Identifikasi spektrum Raman pada sampel material dan <i>nanofiber</i> $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	36

DAFTAR GAMBAR

1	Mekanisme reaksi redoks pada baterai ion litium	5
2	$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$	6
3	$\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	7
4	Mekanisme <i>planetary ball milling</i>	9
5	Struktur PVP	12
6	Struktur PVDF	12
7	Skema sistem kerja <i>electrospinning</i>	14
8	Pembentukan <i>taylor cone</i> pada ujung <i>syringe</i>	14
9	Material $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	21
10	$\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ (A) tanpa penyaringan dengan 500 Mesh (B) penyaringan dengan 500 Mesh Menggunakan <i>Thermo Scientific DXR3xi Raman Imaging Microscope</i>	21
11	Perbandingan (a) $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ dan prekursoranya (b) Na_2CO_3 (c) Li_2CO_3 (d) TiO_2 anatase dengan XRD	24
12	Karakterisasi $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ dengan XRD	25
13	<i>Taylor cone</i> pada proses <i>electrospinning</i>	27
14	Visualisasi nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ yang telah disintesis (A) N0F (B) N1F, (C) N2F, (D) N3F, dan (E) N4F	28
15	Spektrum FTIR (a) $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ (b) N0F (PVP-PVdF) (c) N1F, $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ /PVP-PVdF (15:85) (d) N2F, $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ /PVP-PVdF (25:75) (e) N3F, $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ /PVP-PVdF (35:65) (f) N4F, $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ /PVP-PVdF (50:50)	30
16	Spektrum Raman (a) $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ (b) N0F (PVP-PVdF) (c) N1F, $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ /PVP-PVdF (15:85) (d) N2F, $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ /PVP-PVdF (25:75) (e) N3F, $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ /PVP-PVdF (35:65) (f) N4F, $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ /PVP-PVdF (50:50)	34



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR LAMPIRAN

1	Perhitungan komposisi yang diperlukan untuk membuat $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	49
2	Data karakterisasi Material $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ dengan spektroskopi Raman	49
3	Data karakterisasi Material $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ dengan PSA	50
4	Data karakterisasi Material $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ dengan Zetasizer	51
5	Karakterisasi Material $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ dengan XRD menggunakan <i>software highscoreplus</i>	52
6	Perhitungan bobot material yang diperlukan untuk membuat nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	53
7	Data karakterisasi nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ dengan spektroskopi Raman	54
8	Data ukuran diameter nanofiber $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$ dari <i>ImageJ</i>	56

DAFTAR PERSAMAAN

1	Reaksi terbentuknya logam oksida	20
2	Reaksi pembentukan senyawa $\text{NaLiTi}_3\text{O}_7$	20