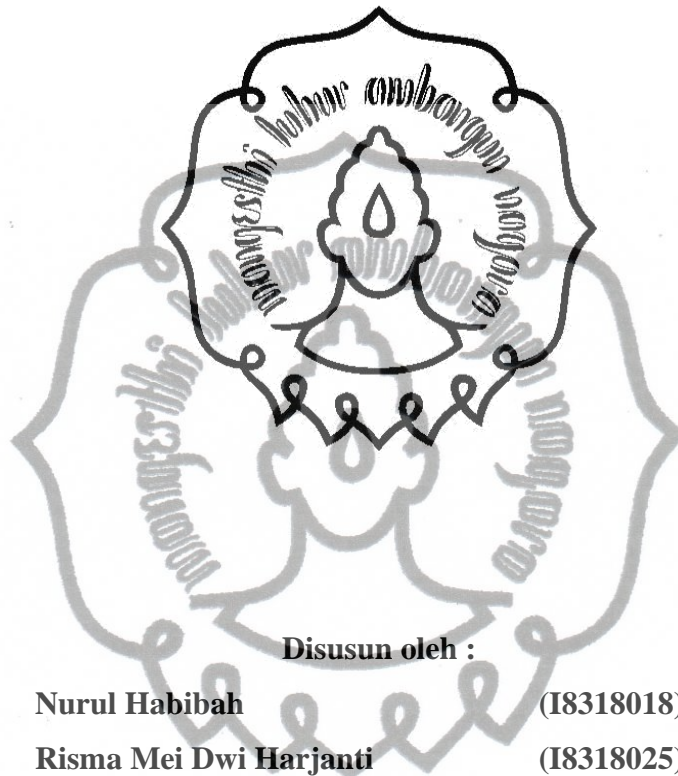


**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**PRODUKSI PREKURSOR SEBAGAI BAHAN BAKU  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  UNTUK**  
**BATERAI LITHIUM ION**



**PROGAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK KIMIA**  
**SEKOLAH VOKASI**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**  
**2021**

*commit to user*



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SEKOLAH VOKASI  
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK KIMIA  
Jl. Ir. Sutami 36 A Kentingan Surakarta 57126.  
Telp. (0271)-632112. Web: <http://che.ft.uns.ac.id>

LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama/NIM : 1. Nurul Habibah (I8318018)  
2. Risma Mei Dwi Harjanti (I8318025)  
Judul Tugas Akhir : Produksi Prekursor untuk Produksi  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  untuk Baterai  
Lithium Ion

Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.  
Telah Ujian Pendaaran pada Hari dan Tanggal: Selasa, 22 Juni 2021

Surakarta, 30 Juni 2020

Mengetahui

Kepala Program Studi  
Diploma III Teknik Kimia

Dosen Pembimbing



Dr. Sperisa Distantina S.T., M.T.  
NIP. 19740509 200003 2 002

Prof. Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.  
NIP. 19750411 199903 1 001

Dosen Penguji 1

Dosen Penguji 2

Dr. Dwi Ardiana Setyawardhani, S.T., M.T.  
NIP. 19730131 199802 2 001

Inayati, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 197108291 199903 2 00

## LEMBAR KONSULTASI



















### Tugas Akhir

Nama : 1. Nurul Habibah (I8318018)  
 2. Risma Mei Dwi Harjanti (I8318025)
















Judul Tugas Akhir : Produksi Prekursor untuk Produksi  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$   
 Untuk Baterai Lithium Ion

Tanggal mulai bimbingan : 12 Oktober 2020

Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.

No	Tanggal	Konsultasi	Paraf		
			Mahasiswa		Dosen
1.	12 Oktober 2020	Proposal Penelitian			
2.	19 November 2020	Hasil prekursor metode co-presipitasi			
3.	24 November 2019	Hasil Uji XRD			
4.	8 Januari 2020	Hasil Uji FTIR			
5.	17 Maret 2021	Hasil Uji SEM			
6.	5 April 2021	Hasil Uji Elektrokimia			

*commit to user*

7.	19 April 2021	Laporan Tugas Akhir Bab I			
8.	1 Mei 2021	Laporan Tugas Akhir Bab II			
9.	13 Mei 2021	Laporan Tugas Akhir Bab III			
10.	26 Mei 2021	Laporan Tugas Akhir Bab IV dan Bab V			
11.	10 Juni 2021	ACC			

\* Jumlah konsultasi dengan masing-masing pembimbing minimal sebanyak 8 kali untuk dapat dinyatakan selesai.

Dinyatakan selesai Tanggal : 10 Juni 2021

Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.

NIP. 19750411 199903 1 001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah S.W.T atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Laporan ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta. Laporan Tugas Akhir ini disusun berdasarkan data-data yang diambil dari hasil percobaan. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu kami menyelesaikan penulisan laporan ini, yaitu :

1. Ibu Dr. Sperisa Distantina S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi D-III Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Agus Purwanto S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
3. Ibu Dr. Dwi Ardiana, S.T., M.T. dan Ibu Inayati, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji tugas akhir.
4. Orang tua yang telah memberikan dukungan moral maupun materi kepada kami.
5. Rekan-rekan di Pusat Pengembangan Bisnis Universitas Sebelas Maret (Cornelius Satria Yudha, Anjas Prasetya Utama, Meidiana Arinawati dan seluruh pegawai PUSBANGNIS) yang telah membantu kami.
6. Teman-teman D3 Teknik Kimia UNS Angkatan 2018 yang telah membantu bekerjasama dengan baik dalam penyusunan tugas akhir.
7. Semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan tugas akhir ini.

Kami menyadari banyak kekurangan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, sehingga kami, mengharapkan masukan dan kritikan yang bersifat membangun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Surakarta, 10 Juni 2020

Nurul Habibah  
Risma Mei Dwi Harjanti

*commit to user*



## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Lembar Konsultasi .....	iii
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel .....	viii
Daftar Gambar.....	ix
Intisari .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan .....	3
I.4 Manfaat .....	3
I.5 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
II.1 Baterai <i>Lithium-Ion</i> .....	4
II.2 Baterai $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	5
II.3 Karakteristik $\text{LiFePO}_4$ .....	6
II.4 Metode Pembuatan Material Katoda $\text{LiFePO}_4$ .....	8
<b>BAB III TAHAP PELAKSANAAN</b>	
III.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	9
III.2 Alat dan Bahan Pembuatan Katoda $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	9
III.3 Proses Pembuatan Prekursor .....	10
III.4 Proses Pembuatan Katoda $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	11
III.5 Proses Pembuatan Elektroda $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	12
III.6 Proses Perakitan Baterai.....	13

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

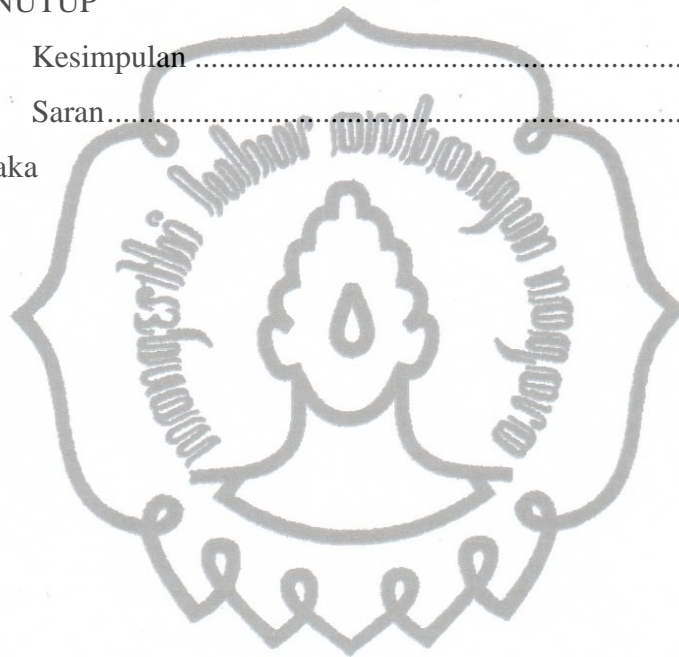
IV.1	Proses Pembuatan Prekursor.....	14
IV.2	Pembuatan Partikel $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	14
IV.3	Analisis Prekursor.....	15
IV.4	Analisis Karakterisasi Material $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	20
IV.5	Analisis Performa Elektrokimia $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	22

## BAB V PENUTUP

V.1	Kesimpulan .....	25
V.2	Saran.....	26

Daftar Pustaka

Lampiran



## DAFTAR TABEL

Tabel IV.1	Data Komposisi Molar Bahan Baku Pembuatan $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	14
------------	--	----





## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Komponen Baterai <i>Lithium Ion</i> .....	4
Gambar II.2	Proses <i>Charging</i> dan <i>Discharging</i> Baterai <i>Lithium-Ion</i> .....	5
Gambar II.3	Struktur Kristal Baterai $\text{LiFePO}_4$ .....	6
Gambar I.4	Skema Proses Pembuatan Prekursor $\text{FeC}_2\text{O}_4$ .....	10
Gambar III.1	Skema Proses Pembuatan Prekursor $\text{FePO}_4$ .....	11
Gambar III.2	Skema Proses Pembuatan $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ dari Prekursor $\text{FeC}_2\text{O}_4$ .....	11
Gambar III.3	Skema Proses Pembuatan $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ dari Prekursor $\text{FePO}_4$ .....	12
Gambar III.4	Skema Proses Pembuatan Elektroda $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	12
Gambar III.5	Diagram Alir Proses Perakitan Baterai $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	13
Gambar IV.1	Prekursor $\text{FeC}_2\text{O}_4$ .....	14
Gambar IV.2	Prekursor $\text{FePO}_4$ .....	14
Gambar IV.3	Hasil XRD Prekursor .....	15
Gambar IV.4	Hasil FTIR Prekursor $\text{FeC}_2\text{O}_4$ .....	16
Gambar IV.5	Hasil FTIR Prekursor $\text{FePO}_4$ .....	17
Gambar IV.6	Hasil SEM Prekursor $\text{FeC}_2\text{O}_4$ .....	18
Gambar IV.7	Hasil SEM Prekursor $\text{FePO}_4$ .....	19
Gambar IV.8	Hasil XRD $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	20
Gambar IV.9	Hasil FTIR $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	21
Gambar IV.10	Hasil Uji SEM $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ dengan Prekursor $\text{FeC}_2\text{O}_4$ .....	21
Gambar IV.11	Hasil Uji SEM $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ dengan Prekursor $\text{FePO}_4$ .....	22
Gambar IV.12	Grafik Kapasitas Spesifik $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	23
Gambar IV.13	Grafik Uji Siklus $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .....	24

## INTISARI

**Nurul Habibah, Risma Mei Dwi Harjanti, 2021, “Laporan Tugas Akhir Produksi Prekursor sebagai Bahan Baku  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  untuk Baterai Litium Ion”. Program Studi Diploma III Teknik Kimia Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret Surakarta.**

Krisis energi dan permasalahan lingkungan saat ini telah mendorong pengembangan energi terbarukan dan sistem penyimpanan energi yang ramah lingkungan. Baterai merupakan sistem penyimpanan energi yang penting terhadap sumber energi terbarukan. Jenis baterai dapat dibedakan menjadi baterai primer (*single-used battery*) dan baterai sekunder (*rechargeable battery*). Baterai *lithium-ion* merupakan baterai isi ulang yang paling sering digunakan di kehidupan sehari-hari, jenis baterai *lithium ion* yang menjanjikan untuk dikembangkan adalah baterai  $\text{LiFePO}_4$ , baterai  $\text{LiFePO}_4$  memiliki keunggulan yaitu stabilitas *thermal* yang baik, kapasitas daya tinggi, ramah lingkungan, biaya bahan baku rendah dan siklus hidup yang panjang. Pemilihan prekursor untuk bahan baku pembuatan material  $\text{LiFePO}_4$  dapat menentukan kinerja yang dihasilkan oleh baterai. Tugas akhir ini berfokus untuk mempersiapkan prekursor sebagai bahan baku pembuatan  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ , adapun tujuan yang ingin didapat yaitu menghasilkan material prekursor  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  dan  $\text{FePO}_4$ , membandingkan karakteristik dari masing-masing prekursor, serta mengetahui pengaruh perbedaan prekursor terhadap karakteristik material  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  yang dihasilkan.

Dalam tugas akhir ini, material prekursor disintesis menggunakan metode kopresipitasi, yaitu dengan cara mencampurkan beberapa senyawa dengan pelarut air hingga terbentuk endapan. Kemudian dilanjutkan metode *solid state* untuk mensintesis menjadi material  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ , yang merupakan metode pencampuran beberapa padatan senyawa tanpa adanya pelarut. Karakterisasi material prekursor dan  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  dilakukan dengan pengujian XRD, FTIR, SEM dan Pengujian elektrokimia (*charge-discharge*). Pembuatan prekursor  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  dan  $\text{FePO}_4$  dilakukan dengan metode kopresipitasi. Prekursor  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  dibuat dengan cara mencampurkan  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , dan  $\text{NaOH}$  dengan akuades kedalam reaktor, dan

diaduk selama 5 jam, endapan yang terbentuk kemudian dicuci dan dikeringkan suhu pada 100°C selama semalam, sedangkan pembuatan prekursor  $\text{FePO}_4$  dilakukan dengan cara mencampurkan  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , dan  $\text{NH}_4\text{OH}$  dengan akuades kedalam reaktor, lalu dipanaskan 60°C selama 5 jam, endapan yang terbentuk kemudian dicuci dan dikeringkan pada suhu 100°C selama semalam, dilanjutkan kalsinasi material prekursor dalam furnace suhu 500°C selama 5 jam.

Hasil Uji karakterisasi prekursor menunjukkan uji XRD puncak-puncak prekursor  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  dan  $\text{FePO}_4$  sudah terbentuk berdasarkan JCPDS 72-1305 dan JCPDS 29-0715. Pada uji FTIR untuk prekursor  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  terbentuk ikatan  $\text{H}_2\text{O}$ , gugus C-O, gugus O-C-O, dan gugus C-C, sedangkan untuk prekursor  $\text{FePO}_4$  terbentuk gugus P-O, dan gugus O-P-O. Pada uji SEM prekursor didapatkan bentuk partikel prekursor  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  menyerupai patahan acak berupa kristal berbentuk prisma dengan ukuran partikel 4 – 5,83 mikron dan pada prekursor  $\text{FePO}_4$  bentuk partikel berupa *spherical* dengan ukuran partikel 10,8 – 12,8 mikron. Adapun perbedaan prekursor yang digunakan berpengaruh terhadap performa elektrokimia yang dihasilkan oleh baterai  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ , uji *charge-discharge* menunjukkan sampel  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  dengan prekursor  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  dan  $\text{FePO}_4$  masing-masing memiliki kapasitas sebesar 109 mAh/gram, dan 76 mAh/gram. Sedangkan pada uji siklus menunjukkan bahwa sampel  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  dengan prekursor  $\text{FePO}_4$  memiliki siklus yang lebih stabil dibandingkan sampel  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  dengan prekursor  $\text{FeC}_2\text{O}_4$ .