

**PREPARASI ELEKTRODA *PEROVSKITE* BaTiO<sub>3</sub> DAN CaTiO<sub>3</sub>  
SERTA PENGUKURAN KINERJANYA PADA BATERAI  
LITIUM**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**ROY SONDI SILALAH**

**08121003012**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2018**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PREPARASI ELEKTRODA *PEROVSKITE* BaTiO<sub>3</sub> DAN CaTiO<sub>3</sub>  
SERTA PENGUKURAN KINERJANYA PADA BATERAI  
LITIUM**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

**ROY SONDI SILALAH  
08121003012**

Indralaya, Maret 2018

**Pembimbing I**



**Dr. Nirwan Syarif, M.Si  
NIP. 197010011999031003**

**Pembimbing II**



**Dr. Dedi Rohendi, M.T  
NIP. 196704191993031001**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc.  
NIP. 197210041997021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Preparasi Elektroda *Perovskite* BaTiO<sub>3</sub> Dan CaTiO<sub>3</sub> Serta Pengukuran Kinerjanya Pada Baterai Litium” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dalam sidang sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Februari 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, Maret 2018

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Dr. Nirwan Syarif, M.Si  
NIP. 197010011999031003

(  )

Anggota :

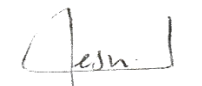
2. Dr. Dedi Rohendi, M.T  
NIP. 196704191993031001

(  )

3. Drs. Almunadi T. Panangan, M.Si  
NIP. 196011081994021001

(  )

4. Dr. Desnelli, M.Si  
NIP. 196912251997022001

(  )

5. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si  
NIP.196808271994022001

(  )

Mengetahui,  
Dekan FMIPA

  
Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc.  
NIP.197210041997021001

Ketua jurusan,  
Ketua Jurusan

  
Dr. Dedi Rohendi, M.T  
NIP.196704191993031001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Roy Sondi Silalahi  
NIM : 08121003012  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, Maret 2018

Yang menyatakan,



Roy Sondi Silalahi

08121003012

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Roy Sondi Silalahi  
NIM : 08121003012  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Preparasi Elektroda *Perovskite*  $\text{BaTiO}_3$  Dan  $\text{CaTiO}_3$  Serta Pengukuran Kinerjanya Pada Baterai Litium”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 01 Maret 2018

Yang menyatakan,



Roy Sondi Silalahi  
NIM. 08121003012

## *Halaman Persembahan*

*Karya kecil ini kupersembahkan untuk:*

- 1. Tuhan Yesus Kristus*
- 2. Ayah dan Ibuiku Tercinta*
- 3. Saudara-saudaraku Tersayang*
- 4. Sahabat dan Teman-temanku Tersayang*
- 5. Almamaterku (Universitas Sriwijaya)*

*“Mintalah, maka akan diberikan kepadamu; carilah, maka kamu akan mendapat; ketoklah, maka pintu akan dibukakan bagimu (Matius 7:7)*

*Selagi masih bernafas pantang berputus asa. (Haposan Silalahi)*

*“Hidup ini hanya sementara dan juga sangat singkat, melakukan hal yang baik dan hal yang selalu baru dalam hidup adalah pilihan yang tepat”*

## KATA PENGANTAR

Salam Sejahtera

Segala puji dan syukur hanyalah milik Tuhan, Tuhan yang menciptakan dan memelihara seluruh alam semesta. Hanya kepadaNya kita berserah dan memohon pertolongan. Penulis mengucapkan puji syukur karena dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: “Preparasi Elektroda *Perovskite* BaTiO<sub>3</sub> Dan CaTiO<sub>3</sub> Serta Pengukuran Kinerjanya Pada Baterai Litium”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari pengumpulan literatur, pengumpulan data sampai pada pengolahan data maupun dalam tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sriwijaya sebagai Lembaga Pendidik yang mendidik penulis hingga mencapai Gelar Sarjana Sains. Ucapan terima kasih dari hati yang paling dalam juga penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Iskhaq Iskandar, M.Sc., selaku Dekan MIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T., selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Muhammad Said, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si selaku Pembimbing Utama dalam penyelesaian Tugas Akhir dan penyusunan skripsi ini. Terimakasih untuk setiap bantuan, bimbingan, dan kesabaran, serta waktu yang Bapak berikan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan Skripsi ini.
5. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T selaku Pembimbing Kedua dalam penyelesaian Tugas Akhir dan penyusunan skripsi ini. Terimakasih untuk setiap masukan dan bimbingan yang Bapak berikan maupun setiap kesabaran dan waktu

yang disematkan dalam membimbing penulis hingga skripsi ini dapat diselesaikan.

6. Dr. Suheryanto, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Drs. Almunadi T. Panangan, M.Si, Dr. Desnelli, M.Si, dan Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si selaku dosen penguji skripsi.
8. Teristimewa untuk Bapak dan Mamak ku Tercinta, Terkasih, Tersayang dan Segalanya. Yang selalu menjadi sumber semangatku dalam menyelesaikan studi dan penguat hatiku dalam menjalani kesulitan. Terima kasih untuk cinta, kasih, doa dan semuanya serta didikanmu yang sangat luar biasa. Terima kasih yang tak terhingga untuk pengorbanan kalian. Mak Pak kini anak mu ini telah berhasil menyelesaikan tugas awal saya, semua ini hanya untuk Mamak dan Bapak.
9. Untuk semua saudara-saudaraku tersayang, yang selalu mendukung, menasehati, motivator dan membantu perjuanganku, Bang Grignard Silalahi S.Si, dek Florence Silalahi S.T dan dek Fito Silalahi
10. Seluruh Staf Dosen dan Analis Kimia FMIPA yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
11. Rumenda Agatha Ginting yang selalu disampingku dan penyemangatkku.
12. Yeka Karmisa dan Nizar yang setia membantu dan selalu menemani hingga selesai skripsi ini.
13. Sahabat “Sisa Semalam” Nizar, Iqlima, Barisah, Yuli Eka, Yeka, Bayu, Nardo, Gina, Oka, Olive, Kiki Ode, terimakasih untuk setiap bantuan dan doa kalian.
14. Ocpri, Anggi, Nizar, Novanda, Zana, Wulan, Ema, Sispa, Yupi, Endang, Yosa dan Ririn.”. Terimakasih banyak atas semua bantuan, saran, dan motivasi baik dalam proses penelitian maupun penulisan skripsi. Terimakasih untuk kesabaran, ketulusan, dan waktunya yang disematkan untuk saling membantu dalam tim. Kalian sungguh luar biasa. Sukses dan bermanfaat adalah doaku kepada kalian
16. Persada Family, tempatku belajar arti kehidupan di dunia perantauan, Terimakasih atas semua doa, kebersamaan dan dukungan kalian keluargaku



17. Punguan Toga Sihombing dan SILAHISABUNGAN Universitas Sriwijaya,  
Terimakasih buat kebersamaannya dan semangat buat kita.
18. Partona Silalahi maulite godang praku.
19. Heber, ivan, Riska, Dolli Sitompul, Lae Fernando, Lae Robbi, Hendrik,  
Marzuki, Armando, dan Efri, Terimakasih buat semuanya, terimakasih buat  
bantuan, doa, kebersamaan selama ini, semangat buat kita. Tuhan selalu  
memberkati kita semua.
20. Agkatan 2012 batak persada, terimakasih buat kebersamaannya dan  
semangat buat kita, Tuhan Memberkati
21. Mbak Novi dan Kak Roni yang sabar dan ramah yang telah banyak  
membantu dalam menyelesaikan administrasi selama perkuliahan.
22. Teman-Teman dana dik-adik tingkat Miki 2013, 2014, 2015 dan 2016.  
Semangat terus dan sukses selalu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dalam hal pengetahuan dan pengalaman pada topik yang diangkat dalam skripsi ini, serta penulisan yang masih banyak kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca agar kedepannya skripsi ini dapat lebih padat ilmu dan bermanfaat bagi pembaca dan bagi kita semua.

Indralaya, Maret 2018



Penulis

## SUMMARY

### PREPARATION OF ELECTRODE PEROVSKITE $\text{BaTiO}_3$ AND $\text{CaTiO}_3$ WITH MEASUREMENT OF PERFORMANCE IN LITHIUM BATTERY

Roy Sondi Silalahi, Guided by Dr. Nirwan Syarif, M.Si and Dr. Dedi Rohendi, M.T.  
Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

X + 73 pages, 5 tables, 20 pictures, 32 attachments

A study has been conducted on the preparation of perovskite electrodes  $\text{BaTiO}_3$  and  $\text{CaTiO}_3$  with their performance measurements on lithium batteries. Lithium batteries made with perovskite from  $\text{BaTiO}_3$  and  $\text{CaTiO}_3$ .  $\text{BaTiO}_3$  prepared from  $\text{BaCO}_3$  and  $\text{TiO}_2$  were burned with microwaves at  $800\text{ }^\circ\text{C}$  with power 100%,  $\text{CaTiO}_3$  prepared from  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{TiO}_2$  were burned with microwaves at  $800\text{ }^\circ\text{C}$  with power 100%. The result of perovskite crystallographic characterization using XRD shows XRD graph pattern showing the hexagonal crystalline of perovskite  $\text{BaTiO}_3$  located at  $2\theta = 24.048^\circ; 33^\circ; 37.92^\circ; 44.998^\circ; 49.056^\circ; 53.98^\circ; \text{ and } 62.818^\circ$  and  $\text{CaTiO}_3$  show the resulting orthorhombic crystalline phase lies at  $2\theta = 23.047^\circ; 25.279^\circ; 31.042^\circ; 39.409^\circ; 48.476^\circ; 53.883^\circ; \text{ and } 61.02^\circ$ . The result of cyclic voltammetry measurement, lithium battery capacitance 0.01578 F on lithium battery  $\text{CaTiO}_3$  electrolyte  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  0,5 M  $\text{H}_2\text{O}$  solvent at scan rate 5 mV / s. The result of galvanostatic measurement of lithium battery (GPP), the stability of the best discharge filling on  $\text{BaTiO}_3$  electrolyte  $\text{LiCl}$  0.5M solvent  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Keywords:** Perovskite,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{CaTiO}_3$ , diffractogram XRD, capacitance, cyclic voltammetry, galvanostatic charging and discharging, lithium battery.

**Citations:** 33 (1992 - 2016)

## RINGKASAN

### PREPARASI ELEKTRODA *PEROVSKITE* BaTiO<sub>3</sub> DAN CaTiO<sub>3</sub> SERTA PENGUKURAN KINERJANYA PADA BATERAI LITIUM

Roy Sondi Silalahi, Dibimbing oleh Dr. Nirwan Syarif, M.Si dan Dr. Dedi Rohendi, M.T. Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xi + 73 halaman, 5 tabel, 20 gambar, 32 lampiran

Telah dilakukan penelitian tentang preparasi elektroda *perovskite* BaTiO<sub>3</sub> dan CaTiO<sub>3</sub> serta pengukuran kinerjanya pada baterai litium. Baterai litium dibuat dengan *perovskite* dari BaTiO<sub>3</sub> dan CaTiO<sub>3</sub>. BaTiO<sub>3</sub> dipreparasi dari BaCO<sub>3</sub> dan TiO<sub>2</sub> dibakar dengan gelombang mikro pada suhu 800°C dengan daya 100%, CaTiO<sub>3</sub> dipreparasi dari CaCO<sub>3</sub> dan TiO<sub>2</sub> dibakar dengan gelombang mikro pada suhu 800°C dengan daya 100%. Hasil karakterisasi kristalografi *perovskite* menggunakan XRD menunjukkan difraktogram XRD memperlihatkan adanya kristalin heksagonal dari *perovskite* BaTiO<sub>3</sub> terletak pada  $2\theta = 24,048^\circ; 33^\circ; 37,92^\circ; 44,998^\circ; 49,056^\circ; 53,98^\circ; \text{ dan } 62,818^\circ$  dan CaTiO<sub>3</sub> memperlihatkan fase kristalin ortorombik yang dihasilkan terletak pada  $2\theta = 23,047^\circ; 25,279^\circ; 31,042^\circ; 39,409^\circ; 48,476^\circ; 53,883^\circ; \text{ dan } 61,02^\circ$ . Hasil pengukuran baterai litium secara galvanostatis (GPP), kestabilan pengisian dan pengosongan terbaik pada BaTiO<sub>3</sub> elektrolit LiCl 0,5 M pelarut H<sub>2</sub>O

Kata kunci : *Perovskite*, BaTiO<sub>3</sub>, CaTiO<sub>3</sub>, difraktogram XRD, kapasitansi, voltametri siklik, galvanostatis pengisian dan pengosongan, baterai litium.

Kutipan : 33 (1992-2016)

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMARY .....	x
RINGKASAN .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 Baterai.....	3
2.1.1 Baterai Primer .....	3
2.1.1.1 Baterai Sekunder .....	3
2.2 Baterai Litium .....	4
2.3 Elektrolit Pada Baterai Litium .....	4
2.4 Elektroda Keramik.....	5
2.4.1 Sifat Elektrolit Dan Elektrik Perovskite.....	5
2.4.2 Keramik BaTiO <sub>3</sub> .....	6

2.4.3	Keramik $\text{CaTiO}_3$ .....	7
2.5	Pengukuran Sifat-Sifat Elektrolit .....	8
2.5.1	Polarisasi .....	8
2.5.2	Polarisasi Elektronik.....	8
2.5.3	Polarisasi Ionik.....	8
2.6	Pemanasan Gelombang Mikro (Microwave Heating) .....	9
2.7	<i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	10
2.8	Kinerja Baterai Litium.....	11
2.8.1	Voltammetri Siklik (CV).....	11
2.8.2	Pengisian dan Pengosongan Galvanostatis.....	12
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN .....	13
3.1	Waktu dan Tempat .....	13
3.2	Alat dan bahan.....	13
3.2.1	Alat.....	13
3.2.2	Bahan.....	13
3.3	Prosedur Penelitian .....	13
3.3.1	Pembuatan Elektroda $\text{BaTiO}_3$ dan $\text{CaTiO}_3$ .....	13
3.3.2	Karakterisasi Perovskite.....	13
3.3.3	Preparasi Baterai .....	14
3.3.4	Pengujian Kinerja Secara Voltammetri Siklik dan Galvanostatis.....	15
3.3.5	Analisis Data.....	16
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1	Preparasi Perovskite.....	17
4.2	Identifikasi Kristalin $\text{BaTiO}_3$ dan $\text{CaTiO}_3$ .....	17
4.3	Pengujian Kinerja.....	19
4.3.1	Penentuan Kapasitansi Superkapasitor Secara Voltammetri Siklik.....	19
4.3.2	Galvanostatis Pengisian dan Pengosongan (GPP) Baterai Litium.....	26
4.3.2.1	Kestabilan GPP Baterai Litium.....	26
4.3.2.2	Kecepatan Pengisian dan Pengosongan Muatan....	31

4.3.3 Pengaruh Perovskite, Elektrolit, Konsentrasi dan Pelarut Terhadap Kapasitansi.....	32
4.3.4 Pengaruh Perovskite, Elektrolit, Konsentrasi dan Pelarut Terhadap Tegangan.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Struktur Perovskite BaTiO <sub>3</sub> .....	6
Gambar 2. Struktur Perovskite CaTiO <sub>3</sub> .....	7
Gambar 3. Kurva voltamogram tipikal dari elektroda kimia reversibel, memiliki puncak arus katoda dan puncak arus anoda. ....	11
Gambar 4. Rangkaian Baterai .....	14
Gambar 5. Perovskite CaTiO <sub>3</sub> dan BaTiO <sub>3</sub> .....	17
Gambar 6. Pola XRD Perovskite BaTiO <sub>3</sub> .....	18
Gambar 7. Pola XRD Perovskite CaTiO <sub>3</sub> .....	19
Gambar 8. Profil Voltametri Siklik Baterai Lithium Dari BaTiO <sub>3</sub> Elektrolit LiCl.....	20
Gambar 9. Profil Voltametri Siklik Baterai Lithium Dari BaTiO <sub>3</sub> Elektrolit Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	22
Gambar 10. Profil Voltametri Siklik Baterai Lithium Dari CaTiO <sub>3</sub> Elektrolit LiCl dengan .....	23
Gambar 11. Profil Voltametri Siklik Baterai Lithium Dari CaTiO <sub>3</sub> Elektrolit Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	24
Gambar 12. Profil GPP Untuk Baterai Litium Dari CaTiO <sub>3</sub> Dengan Elektrolit LiCl .....	27
Gambar 13. Profil GPP Untuk Baterai Litium Dari CaTiO <sub>3</sub> Dengan Elektrolit Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	28
Gambar 14. Profil GPP Untuk Baterai Litium Dari BaTiO <sub>3</sub> Dengan Elektrolit LiCl .....	29
Gambar 15. Profil GPP Untuk Baterai Litium Dari BaTiO <sub>3</sub> Dengan Elektrolit Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	30

Gambar 16. Plot pengaruh faktor kapasitansi pada baterai litium.....	32
Gambar 17. Plot interaksi faktor kapasitansi pada baterai litium.....	33
Gambar 18. Plot pengaruh faktor tegangan pada baterai litium.....	34
Gambar 19. Plot interaksi faktor tegangan pada baterai litium .....	35



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Rancangan Percobaan .....	16
Tabel 2. Kapasitansi Baterai Litium Dari BaTiO <sub>3</sub> Dengan Elektrolit LiCl .....	21
Tabel 3. Kapasitansi Baterai Litium Dari BaTiO <sub>3</sub> Dengan Elektrolit Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	22
Tabel 4. Kapasitansi Baterai Litium Dari CaTiO <sub>3</sub> Dengan Elektrolit LiCl.....	24
Tabel 5. Kapasitansi Baterai Litium Dari CaTiO <sub>3</sub> Dengan Elektrolit Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Skema Kerja Pembuatan Elektroda BaTiO <sub>3</sub> dan CaTiO <sub>3</sub> .....	45
Lampiran 2. Skema Kerja Preparasi Baterai.....	46
Lampiran 3. Data Hasil Pengukuran Voltammogram dan Perhitungan Kapasitansi.....	47
Lampiran 4. Data Galvanostatis Pengisian dan Pengosongan Superkapasitor Kulit Batang Kayu Gelam .....	53
Lampiran 5. Data <i>X-Ray Diffraction</i> .....	64
a. BaTiO <sub>3</sub> .....	64
b. CaTiO <sub>3</sub> .....	65
Lampiran 6. Data Galvanostatis Pengisian dan Pengosongan Muatan Baterai Litium.....	68
a. Nilai slope pengisian dan pengosongan baterai litium dari BaTiO <sub>3</sub> dengan elektrolit LiCl Pelarut H <sub>2</sub> O .....	68
b. Nilai slope pengisian dan pengosongan baterai litium dari BaTiO <sub>3</sub> dengan elektrolit LiCl Pelarut DMSO .....	69
c. Nilai slope pengisian dan pengosongan baterai litium dari BaTiO <sub>3</sub> dengan elektrolit Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Pelarut H <sub>2</sub> O .....	70
d. Nilai slope pengisian dan pengosongan baterai litium dari BaTiO <sub>3</sub> dengan elektrolit Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Pelarut DMSO .....	71
e. Nilai slope pengisian dan pengosongan baterai litium dari CaTiO <sub>3</sub> dengan elektrolit LiCl Pelarut H <sub>2</sub> O.....	72
f. Nilai slope pengisian dan pengosongan baterai litium dari CaTiO <sub>3</sub> dengan elektrolit LiCl Pelarut DMSO.....	73
g. Nilai slope pengisian dan pengosongan baterai litium dari	

CaTiO <sub>3</sub> dengan elektrolit Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Pelarut H <sub>2</sub> O.....	74
h. Nilai slope pengisian dan pengosongan baterai litium dari CaTiO <sub>3</sub> dengan elektrolit Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Pelarut DMSO.....	75
Lampiran 7. Lampiran Gambar.....	76

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Perovskite* merupakan oksida logam yang memiliki rumus umum  $ABO_3$ . Beberapa contoh struktur *perovskite* seperti  $BaTiO_3$ ,  $SrTiO_3$ ,  $CaTiO_3$ ,  $(BaSr)TiO_3$ (BST), dan  $(PbLa)(ZrTi)O_3$ . *Perovskite* ini memiliki sifat feroelektrik yang sangat baik sehingga banyak sekali dipakai tidak saja sebagai material pembuatan baterai tetapi juga sebagai memori penyimpanan data. Material *perovskite* dapat digunakan sebagai elektroda pada baterai karena mempunyai konduktivitas listrik tinggi (Esaka, 1992). Kelebihan yang dimiliki oleh oksida *perovskite* adalah karena sebagian dari ion-ion oksigen penyusun strukturnya dapat dilepaskan (mengalami reduksi) tanpa mengalami perubahan struktur. Kekosongan ion oksigen ini selanjutnya dapat diisi kembali oleh ion oksigen lain melalui reaksi oksidasi dengan sifat seperti ini, oksida *perovskite* dapat berperan sebagai oksidator atau sumber oksigen bagi suatu reaksi oksidasi yang bersifat bolak balik karena dapat direduksi (Fansuri, 2008).

Salah satu aplikasi yang paling penting pada keramik berbahan dasar  $BaTiO_3$  dan  $CaTiO_3$  adalah sebagai elektroda pada baterai yang tahan temperatur tinggi (Randall, 2005). Penelitian *perovskite*  $BaTiO_3$  sebagai elektrolit telah banyak dilakukan. Rahman (2012) dimana konduktivitas  $BaTiO_3$  yang dihasilkan  $9.30 \times 10^{-5}$  dan oleh Bak.T *et al* (2004) konduktivitas  $CaTiO_3$  yang dihasilkan berkisar  $10^{-3}$ . Sementara itu, (Rince, 2016), konduktivitas ionik  $BaTiO_3$  sebesar  $1,94 \times 10^{-3}$  S/cm dan konduktivitas ionik untuk  $CaTiO_3$  sebesar  $6,36 \times 10^{-4}$  S/cm dengan waktu kontak 15 menit dan waktu kontak 20 menit.

Penggunaan material *perovskite* pada baterai padat telah diteliti oleh Huang, *et al* (2016), dimana konduktivitas litium pada  $Li_{3/8}Sr_{7/16}Hf_{1/4}Ta_{3/4}O_3$  dihasilkan  $3,8 \times 10^{-4}$  S/cm<sup>-1</sup> temperatur proses berkisar 298-430 K. Secara umum suatu material dikatakan konduktor jika nilai konduktivitasnya kurang dari  $10^{-14}$  S/cm. Pengukuran listrik yang akurat hasilnya dapat dihubungkan dengan kapasitor material fraksi plot, laju reaksi kimia, korosi, sifat dielektrik, mikrostruktur dan konduktivitas listrik dari material  $BaTiO_3$  dan  $CaTiO_3$  (Doris,2013).

Maka pada penelitian ini dilakukan preparasi elektrolit yang mengandung  $\text{BaTiO}_3$  dan  $\text{CaTiO}_3$ , yang selanjutnya akan diaplikasikan pada baterai litium dan diteliti pengaruh jenis elektrolit, konsentrasi elektrolit dan pelarut terhadap kinerja baterai.

## 1.2 Rumusan Masalah

Hasil pengukuran sifat elektrolit dan ionik senyawa *perovskite*  $\text{BaTiO}_3$  dan  $\text{CaTiO}_3$  yang dilakukan oleh Rince (2016) menunjukkan bahwa material yang disiapkan menunjukkan kinerja elektrokimia yang cukup baik, konduktivitas ionik  $\text{BaTiO}_3$  sebesar  $1,94 \times 10^{-3} \text{ S/cm}$ . Konduktivitas ionik untuk  $\text{CaTiO}_3$  yang terbesar  $6,36 \times 10^{-4} \text{ S/cm}$ , serta konduktivitas elektronik yang terbesar pada bahan  $\text{BaTiO}_3$  sebesar  $02,87 \times 10^{-3} \text{ S/cm}$  dan konduktivitas elektronik yang terbesar pada bahan  $\text{CaTiO}_3$  sebesar  $6,39 \times 10^{-4} \text{ S/cm}$ .  $\text{BaTiO}_3$  dan  $\text{CaTiO}_3$  merupakan bahan potensial untuk dikembangkan menjadi elektroda pada baterai litium. Penelitian mengenai pengaruh kinerja baterai litium belum pernah dilakukan sebelumnya, dan pada penelitian ini diteliti pengaruh jenis elektrolit, konsentrasi elektrolit dan pelarut terhadap kinerja baterai litium. Pengujian kinerja baterai litium dilakukan dengan metode voltametri siklik dan galvanostatis pengisian dan pengosongan muatan (GPP).

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mempreparasi elektroda *perovskite*  $\text{BaTiO}_3$  dan  $\text{CaTiO}_3$  dan mengkarakterisasi elektroda dengan XRD.
2. Menguji kinerja baterai litium yaitu kapasitansi dan tegangan.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dapat dikembangkan sebagai produk komersial yang dapat berguna untuk pengembangan peralatan listrik, menghasilkan produk *perovskite*, dan memberikan informasi tentang preparasi  $\text{BaTiO}_3$  dan  $\text{CaTiO}_3$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, R. C. and Mahipal, Y. K. 2011. Study of Electrical and Electrochemical Behaviour on Hot-Press Synthesized Nano-Composite Polymer Electrolyte (NCPE) Membranes: [(70PEO: 30 KNO<sub>3</sub>) + x SiO<sub>2</sub>]. *Int. J. Electrochem. Sci.* 6: 867-881.
- Bak, T. J., Nowotny, C. C., Sorrell, M. F., Zhou. 2004. Change Transport in CaTiO<sub>3</sub>: II Thermoelectric Power. *Journal of Materials Science* . 15(10): 645-650
- Chew, C. L. 2005. Kajian Kekonduksian Ionik Terhadap Adunan Elektrolit Polimer PVC. *Tesis*. Universitas Teknologi Malaysia. Malaysia
- Conway, B. E. and Pell, W. G. 2002. "Power limitations of supercapacitor operation associated with resistance and capacitance distribution in porous electrode devices." *Journal of Power Sources* 105: 169-181.
- Dorris, M. 2013. Pengaruh Ukuran Grain Terhadap Spektroskopi Impendansi Bahan Perovskite BaTiO<sub>3</sub>. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Depok
- Eliad, L., Salitra, G., Soffer, A and Aurbach, D. (2001). Ion sieving effects in the electrical double layer of porous carbon electrodes: Estimating effective ion size in electrolytic solutions. *Journal of Physical Chemistry B*, 105(29), 6880–6887.
- Esaka, T., Morimoto, H. 1992. Nonstoichiometry in Perovskite-type Oxide Ca<sub>1-x</sub>Ce<sub>x</sub>MnO<sub>3-δ</sub> and Its Properties In Alkaline Solution. *Journal Of Applied Electrochemistry*. 22: 821-824
- Fansuri, H. 2008. Pengembangan Bahan Penghantar Ion Oksigen Berbasis Oksida Perovskite LaCoO<sub>3</sub> Sebagai Membran Katalis Pada Reaksi Oksidasi Parsial Gas Metana. *Skripsi*. FMIPA-IT. Surabaya
- Hines, R. I. 1997. Atomistic Simulation and ab-initio Studies Of Polar Solids. *Phd Dissertation*. Bristol
- Huang, B., Xu, B., Li, Y., Zhou, W., You, Y., Zhong, S., Wang, C. and J, Goodenough. 2016. *Li-ion conductiion and stability of perovskite Li<sub>3/8</sub>Sr<sub>7/16</sub>Hf<sub>1/4</sub>Ta<sub>3/4</sub>O<sub>3</sub>*. Hongkong University of Science and Technology Library. Hongkong
- Lazarevic., Z., N. Romcevic., M. Vijatonic., N. Paunovic., M. Romcevic., B. Stojanovic and Z. Dohcevic- Mitrovic. 2008. Characterization of Barium Titanate Ceramic Powder by Raman Spectroscopy. *Proceedings*. Belgret. Serbia
- Leofanti, G., Tozzola, G., Padovan, M., Petrini, G., Bordiga, S and Zecchina, A. 1997. *Catal. Today*. 34: 307-327

- Levy, M. R. 2005. Crystal Structure and Defect Property Predictions in Ceramic Materials. *Phd Disertation*. Departement of Materials. London
- Lozano, L. M., Sanches. 2013. Practicel Microwave- Induced Hydrothermal Syntesis of Rectanguler prims- Like  $\text{CaTiO}_3$ . *Journal*. 15(13): 2359-2362
- Lusiana. 2010. Analisis Laju Korosi Dengan Penambahan Unsur Modifikasi Molibdenum dan Niobium Terhadap Material Biokompatible Ti6 Al Dalam Larutan Darah Sintesis. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Depok
- Millicent, B. S., Katharine, P., Theo, S., Peter, L. R., Erich, C. W., Ram, S., Louis, E. B., and Michael, L. S. 2008. *Crystal Structure and The Paraelectric-to-Ferroelectric Phase Transition of Nanoscale  $\text{BaTiO}_3$* . Department of Chemistry. Columbia University. New York
- Minkova, V., Razvigorova, M., Bjornbom, E., Zanzi, R., Budinova, T and Petrov, N. 2001. Effect of WaterVapour and Biomass Nature on the Yield and Quality of the Pyrolysis Products from Biomass. *Fuel Processing and Technology*. 70(1): 53-61
- Mulyani, R., Buchari, Noviandri, I dan Ciptati. 2012. Studi Voltametri Siklik Sodium Dedocyl Benzen Sulfonat Dalam Berbagai Elektroda Dan Elektrolit Pendukung. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah (Journal of Waste Management Technology)*. 15: 1-6.
- Puranto, P. 2010. Pengembangan Instrumen Pengkarakterisasi Sensor Elektrokimia Menggunakan Metode Voltametri Siklik. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi TELAAH*, 28: 1-9.
- Rahman, S. C. S., Knee, I. A., Erikson, S. E and Haugsrud, R. 2012. 50 mol % Indium Susbstituted  $\text{BaTiO}_3$ ; Characterization of Structure and Conductivity. *Internation Journal of Hydrogen Energy*. 37:7975-7982. University of Gothenburg.
- Randall, C. A., Newnham, L. E., Croos. 2005. *History of the first Ferroelectric Oxide,  $\text{BaTiO}_3$* . Material Research Institute, The Pennsylvania State University. University Park. PA 16802 USA
- Rince, N. 2016. Pengaruh Jenis Garam ( $\text{BaCO}_3$  dan  $\text{CaCO}_3$ ) Dan Rasionya Terhadap  $\text{TiO}_2$  Pada Konduktivitas Ionik Dan Elektronik Bahan Perovskite. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya. Palembang
- Sahrul, H., Chandra, L., Mariah, K.W., Wahyu, A dan Iman, R. 2016. Sintesis Polianilin dan Karakteristik Kinerjanya Sebagai Anoda Pada Sistem Baterai Asam Sulfat. *Skripsi*. Universitas Padjadjaran. Bandung
- Sanchez, L. L. M., Lee, S. W., Sekino, T. And Gonzalez, V. R. 2013. *Particel Microwave- Induced Hydrothermal Syntesis of Rectangular prims- like  $\text{CaTiO}_3$* . University of Victoria. Victoria

- Sergeev, A. V., Chertovich, A. V., Itkis, D. M., Sen, A., Gross, A and Khokhlov, A. R. 2017. Electrode/ Electrolyte Interface in the Li-O<sub>2</sub> Battery: Insight From Molecular Dynamics. *Journal Physical Chemistry*. 12(27): 14463-14467.
- Stojanovic, B. D., A.Z Simoes., M.A Ramirez., E. Longo and J.A. Varela. 2006. *The Effect of Microwave Annealing On The Electrical Characteristics Of Lanthanum Doped Bismuth Titanate Film Obtained By Polymeric Precursor, Method*. Journal. Applied Surface Science. 252(4): 8471-8475
- Sudaryanto, S., Ning Utari. 2010. Mengenal sifat- sifat material (1). Darpublic : Bandung. Indonesia
- Taylor, M. 2005. Microwave Synthesis of Polymeric Materials. *Article in Chimica oggi*. 25(3): 30-33
- Tan, P., Liu, M., Shao, Z. And Ni, M. 2017. Recent Advances in Perovskite Oxides as Electrode Materials for Nonaqueous Lithium-Oxygen Batteries. *Journal Energy Materials*. 2(1) : 1-3
- Tejuca, L., G. 1993. *Properties and applications of perovskitetype oxides*. Dekker. NewYork.
- Wahyuni, N. Fitri. 2009. Karakterisasi Optik Dan Listrik Kalsium Titanat (CaTiO<sub>3</sub>) Hasil Sintesis Hidrotermal Dan Annealing. *Skripsi*. IPB. Bogor
- Wang, Baomin., Yiwei Liu., Qingfeng Zhan., Zhenhuan Targ., Huali Yang., Gang Liu., Zhenghu., Xiaoshan Zhang., Yali Xie., Xiojian Zhu., Bin Cheng., Junlingwang ang Run Wei Li. 2011. Temperatur dependence of magnetic properties of other PVDF-based magnetic films. *Journal of Materials Science*. 4: 6615
- Y, Deng., S. Tang and S. Wu. 2010. Synthesis of calcium titanate from [Ca(H<sub>2</sub>O)<sub>3</sub>]<sub>2</sub>[Ti<sub>2</sub>(O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>O(NC<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>)<sub>2</sub>].2H<sub>2</sub>O as a cheap single-source precursor. *Solid State Sciences* 12: 339-334
- Zeng, P., Z. Chen., W. Zhou., H. Gu., Z. Shao and S. Liu. 2007. Re-evaluation of Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>Co<sub>0.8</sub>Fe<sub>0.2</sub>O<sub>3-δ</sub> perovskite as oxygen semi-permeable membrane. *Journal of Membrane Science*. 291(2): 148-156
- Zhang, X. and Hayward, D.O. 2006. Applications of Microwave Dielectric Heating in Environment-related Heterogenous Gas Phase Catalytic Systems. *Inorganica Chimical Acta*. 359(11): 3421-3433