

**TESIS**  
**PENGARUH VARIASI *BINDER*, ELEKTROLIT DAN  
PEMAKAIAN EMULSI TERHADAP KINERJA  
BATERAI LITIMUM ION BERBASIS KARBON  
BATANG KANGKUNG AIR  
(*IPOMOEA AQUATICA*)**



**ENDAH DHITA PRATIWI**  
**03012622024004**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

**TESIS**  
**PENGARUH VARIASI *BINDER*, ELEKTROLIT DAN  
PEMAKAIAN EMULSI TERHADAP KINERJA  
BATERAI LITIMUM ION BERBASIS KARBON  
BATANG KANGKUNG AIR  
(*IPOMOEA AQUATICA*)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan  
Gelar Magister Teknik (M.T.) Pada Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**



**ENDAH DHITA PRATIWI  
03012622024004**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI *BINDER*, ELEKTROLIT DAN  
PEMAKAIAN EMULSI TERHADAP KINERJA  
BATERAI LITIUUM ION BERBASIS KARBON  
BATANG KANGKUNG AIR  
(*IPOMOEA AQUATICA*)**

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan  
Gelar Magister Teknik (M.T.) Pada Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

Palembang, Juli 2022  
Menyetujui,  
Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA, IPU  
NIP. 195610241981032001

Pembimbing II



Dr. Nirwan Syarif, M.Si  
NIP. 197010011999031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya,



Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M. T.  
NIP. 196706151995121002

Ketua Jurusan Teknik Kimia,



Dr. Tuti Indah Sari, S. T., M. T.  
NIP. 197502012000122001

## HALAMAN PERSETUJUAN

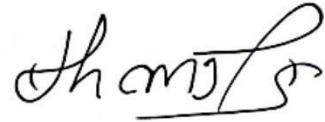
Karya tulis berupa tesis ini dengan judul “Pengaruh Variasi *Binder*, Elektrolit dan Pemakaian Emulsi terhadap Kinerja Baterai Litium Ion Berbasis Karbon Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*)” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Program Studi Magister Teknik Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada 15 Juli 2022.

Palembang, Juli 2022

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Tesis

Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M. Eng, IPU  
NIP. 195603071981031010





Anggota :

2. Dr. Dedi Rohendi, M.T.  
NIP. 196704191993031001
3. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA  
NIP. 195810031986031003
4. Dr. David Bahrin, S.T., M.T.  
NIP. 198010312005011003



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya,



Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M. T.  
NIP. 196706151995121002

Ketua Jurusan Teknik Kimia,



Dr. Tuti Indah Sari, S. T., M. T  
NIP. 197502012000122001



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Endah Dhita Pratiwi  
NIM : 03012622024004  
Judul : Pengaruh Variasi *Binder*, Elektrolit dan Pemakaian Emulsi terhadap Kinerja Baterai Litium Ion Berbasis Karbon Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*)

Menyatakan bahwa Laporan Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Juli 2022  
Yang membuat Pernyataan



Endah Dhita Pratiwi  
NIM. 03012622024004

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, sehingga penyusunan tesis dengan judul **“Pengaruh Variasi Binder, Elektrolit dan Pemakaian Emulsi terhadap Kinerja Baterai Litium Ion Berbasis Karbon Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*)”** ini dapat terselesaikan. Tesis ini terdiri dari 5 bab yang terdiri dari pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran. Tesis ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Magister pada Program Studi Teknik Kimia, Bidang Kajian Utama Teknologi Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya.

Pelaksanaan penelitian, proses penulisan dan penyelesaian tesis ini dapat berjalan dengan baik karena adanya dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, perkenankan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Kedua Orang tua dan Keluarga tercinta, yang tidak henti - hentinya memberikan dukungan moral dan finansial.
2. Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Tuti Indah Sari, S. T., M. T selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T Selaku sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
5. Dr. David Bahrin, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
6. Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA, IPU dan Dr. Nirwan Syarif, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Pembimbing II.
7. Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M. Eng, IPU., Dr. Dedi Rohendi, M.T., Dr. Ir. H. Syaiful, DEA., Dr. David Bahrin, S.T., M.T., selaku dosen penguji yang dengan berbagai kebijaksanaannya memberikan arahan, saran dan koreksi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.

8. Analis dan Asisten Laboratorium Pusat Unggulan Riset Fuel Cell dan Hidrogen.
9. Restu Larassyah Aryani Putri, S.E. selaku tenaga administrasi pada Program Studi Magister Teknik Kimia yang selalu membantu proses administrasi selama pengerjaan tesis ini.
10. Teman – teman seperjuangan mahasiswa S2 Teknik Teknik Universitas Sriwijaya.
11. Semua pihak yang telah turut serta membantu dari awal sampai akhir penulisan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih mempunyai kekurangan. Namun, diharapkan tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat menjadi lebih baik lagi dengan adanya penelitian - penelitian lanjutan. Aamiin.

Palembang, Juli 2022

Penulis

## RINGKASAN

PENGARUH VARIASI *BINDER*, ELEKTROLIT DAN PEMAKAIAN EMULSI TERHADAP KINERJA BATERAI LITIMUM ION BERBASIS KARBON BATANG KANGKUNG AIR (*IPOMOEAE AQUATICA*)

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 15 Juli 2022

Endah Dhita Pratiwi, Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA, IPU dan Dr. Nirwan Syarif, M.Si

The Effect of Binder Variations, Electrolytes and Emulsion use on The Performance of Lithium Ion Batteries based on Carbon Stem of Water Spinach (*Ipomoea Aquatica*)

xv + 159 halaman, 10 Tabel, 42 Gambar, 5 Lampiran

### RINGKASAN

Baterai litium ion merupakan jenis baterai sekunder yang artinya dapat dipakai berkali – kali jika dayanya sudah mulai habis dengan cara diisi ulang, dimana baterai ini terdiri dari empat komponen penting yaitu elektroda positif (katoda), elektroda negatif (anoda), elektrolit dan separator. Penggunaan material anoda yang biasanya digunakan dalam pembuatan baterai ion litium berupa karbon, yang salah satunya dapat dijadikan karbon adalah tumbuhan hayati seperti kangkung air (*Ipomoea Aquatica*). Pada penelitian ini digunakan karbon batang kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) sebagai elektroda pada baterai, variasi jenis binder yaitu binder PU dan PTFE, variasi jenis elektrolit LiCl dan Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> serta pengaruh pemakaian emulsi PEG untuk melihat kinerja baterai yang dihasilkan. Nilai Energi dan daya tertinggi dimiliki oleh baterai binder PTFE dengan elektrolit Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tanpa pemakaian emulsi PEG yaitu sebesar  $7,41993 \times 10^{-3}$  W dan  $1,65 \times 10^{-3}$  W.h. Pada penelitian ini digunakan variasi jenis binder yaitu binder PU dan PTFE, variasi jenis elektrolit LiCl dan Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> serta pengaruh pemakaian emulsi PEG untuk melihat kinerja baterai yang dihasilkan.

**Kata kunci :** baterai litium; kangkung air; binder; elektrolit; emulsi



## SUMMARY

THE EFFECT OF BINDER VARIATIONS, ELECTROLYTES AND EMULSION USE ON THE PERFORMANCE OF LITHIUM ION BATTERIES BASED ON CARBON STEM OF WATER SPINACH (*IPOMOEA AQUATICA*)  
Scientific paper in the form of Tesis, July 15<sup>th</sup> 2022

Endah Dhita Pratiwi, Supervised by Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA, IPU and Dr. Nirwan Syarif, M.Si

Pengaruh Variasi *Binder*, Elektrolit dan Pemakaian Emulsi terhadap Kinerja Baterai Litium Ion berbasis Karbon Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*)

xv + 159 Pages, 10 Tables, 42 Pictures, 5 Appendix

### SUMMARY

Lithium ion batteries are a type of secondary battery which means that they can be used many times if the power has started to run out by recharging, where this battery consists of four important components, namely the positive electrode (cathode), negative electrode (anode), electrolyte and separator. The use of anode material which is usually used in the manufacture of lithium ion batteries is in the form of carbon, one of which can be used as carbon is biological plants such as water spinach (*Ipomoea Aquatica*). In this study, carbon stems of water spinach (*Ipomoea Aquatica*) were used as electrodes on the battery, variations in the types of binders namely PU and PTFE binders, variations in the types of electrolytes LiCl and Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and the effect of using PEG emulsion to see the performance of the resulting battery. The highest value of energy and power is owned by PTFE binder battery with Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> electrolyte without the use of PEG emulsion, namely  $7,41993 \times 10^{-3}$  W and  $1,65 \times 10^{-3}$  W.h. In this study, various types of binders were used, namely PU and PTFE binders, variations in the types of electrolytes LiCl and Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and the effect of using PEG emulsion to see the performance of the resulting battery.

**Keywords:** *lithium battery; water spinach; binders; electrolyte; emulsion*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTERGITAS</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Kangkung Air .....	6
2.2. Unsur Titanium.....	8
2.2.1. Keberadaan Unsur Titanium di Alam .....	9
2.2.2. Sifat Titanium .....	10
2.2.2.1. Sifat Fisika Titanium.....	10
2.2.2.2. Sifat Kimia Titanium .....	11
2.2.3. Penggunaan Titanium.....	12
2.3. Unsur Karbon .....	13

2.3.1. Keberadaan Unsur Karbon di Alam .....	13
2.3.2. Sifat Fisika Karbon .....	14
2.3.3. Sifat Kimia Karbon .....	15
2.3.4. Kegunaan Unsur Karbon .....	16
2.4. Pirolisis .....	16
2.4.1. <i>Microwave</i> .....	18
2.4.2. Proses <i>Microwave</i> Pirolisis .....	19
2.5. Baterai .....	20
2.5.1. Jenis – Jenis Baterai .....	20
2.5.2. Baterai Litium Ion .....	21
2.5.3. Bagian – Bagian Baterai Lithium Ion .....	24
2.5.3.1. Elektroda .....	24
2.5.3.2. Elektrolit .....	27
2.5.3.3. Separator .....	28
2.6. Karakterisasi dan Pengujian .....	29
2.6.1. Metode Karakterisasi Elektroda pada Baterai .....	29
2.6.1.1 <i>X – Ray Diffraction (XRD)</i> .....	29
2.6.1.2 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> .....	31
2.6.1.3 <i>Fourier Transfer Infra – Red Method (FT-IR)</i> .....	34
2.6.2. Metode Pengujian Kinerja Baterai .....	35
2.6.2.1 <i>Cyclic Voltametry (CV)</i> .....	35
2.6.2.2 <i>Galvanostatic Charging – Discharging (GCD)</i> .....	37
2.7. Penelitian Terkait .....	38
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	40
3.1.1. Tempat Penelitian .....	40
3.1.2. Waktu Penelitian .....	40
3.2. Bahan dan Peralatan Penelitian .....	40
3.2.1. Bahan Penelitian .....	40
3.2.2. Peralatan Penelitian .....	40
3.3. Rancangan Penelitian .....	41
3.3.1. Variabel Penelitian .....	41

3.3.2. Prosedur Penelitian.....	41
3.3.2.1. Preparasi Karbon dari Batang Kangkung Air .....	41
3.3.2.2. Preparasi Anoda dan Katoda .....	42
3.3.2.3. Pembuatan Baterai .....	42
3.3.3. Karakterisasi Baterai .....	43
3.3.3.1. Karakterisasi Morfologi .....	43
3.3.3.2. Karakterisasi Kristalografi .....	43
3.3.3.3. <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR) .....	43
3.3.4. Pengujian Kinerja Baterai.....	43
3.3.5. Analisa Data.....	44
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>47</b>
4.1. Preparasi Karbon .....	47
4.2. Karakterisasi Karbon Berbasis Batang Kangkung Air .....	48
4.2.1. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) .....	48
4.2.2. <i>X-Ray Diffraction Method</i> (XRD).....	49
4.2.3. <i>Fourier Transfer Infra-Red Method</i> (FT-IR).....	50
4.3. Pengujian Kinerja Baterai Litium Ion .....	51
4.3.1. <i>Cyclic Voltammetry</i> .....	51
4.3.2. <i>Galvanostatic Charging - Discharging</i> .....	60
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>68</b>
5.1. Kesimpulan .....	68
5.2. Saran .....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>69</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran A. Bahan dan Alat .....	73
Lampiran B. Hasil Uji XRD .....	76
Lampiran C. Hasil Uji SEM .....	79
Lampiran D. Hasil Uji FTIR .....	82
Lampiran E. Perhitungan .....	84

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. Sifat Fisika Titanium .....	10
Tabel 2.2. Sifat Kimia Titanium .....	11
Tabel 2.3. Perbandingan Baterai Litium Ion dengan Jenis Lain .....	22
Tabel 2.4. Beberapa Material yang dipakai untuk Anoda .....	25
Tabel 2.5. Beberapa Jenis Material yang digunakan untuk Katoda .....	27
Tabel 2.6. Garam yang Umum digunakan dalam Elektrolit Li-Ion .....	28
Tabel 4.1 Unsur - Unsur Pada Karbon Batang Kangkung Air .....	49
Tabel 4.2 Matriks Pengukuran CV Pada Baterai (Tegangan dan Arus) .....	54
Tabel 4.3 Matriks Pengukuran CV Pada Baterai (Daya dan Energi) .....	55
Tabel 4.4 Matriks Pengukuran GCG Pada Baterai (Daya dan Energi) .....	67

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Kangkung air ( <i>Ipomoea Aquatica</i> ) .....	7
Gambar 2.2. Titanium .....	9
Gambar 2.3. Karbon .....	13
Gambar 2.4. <i>Microwave</i> Pemanasan Dielektrik .....	19
Gambar 2.5. Diagram Skema Sel Li-Ion Lilitan Spiral Silinder .....	22
Gambar 2.6. Sistem Baterai Litium Ion terdiri dari Anoda, Katoda, Separator dan Elektrolit .....	23
Gambar 2.7. Struktur Kristal Layer $\text{LiMO}_2$ , Struktur Kristal Spinel $\text{LiM}_2\text{O}_4$ Struktur Kristal Olivin $\text{LiMPO}_4\text{F}$ .....	26
Gambar 2.8. Representasi Geometri Menurut Hukum Bragg dan Instrumentasi Susunan Difraktometer Geometri Bragg-Brentano .....	29
Gambar 2.9. Blok Diagram SEM .....	32
Gambar 2.10. Skema Interaksi antara Bahan dan Elektron di dalam SEM .....	33
Gambar 2.11. Proses Terbentuknya BSE .....	33
Gambar 2.12. Proses Pembentukan SE dan X-ray .....	34
Gambar 2.13. Siklik Potensial <i>Sweep</i> dan Hasil Siklik Voltamogram .....	36
Gambar 2.14. Rancangan Potensiostat .....	37
Gambar 2.15. Kurva <i>Charge-Discharge</i> Baterai Litium Ion .....	38
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....	46
Gambar 4.1. Serbuk Batang Kangkung Air, <i>Torrifaction</i> Material, Karbon Batang Kangkung Air .....	47
Gambar 4.2. Citra karbon batang kangkung air dengan perbesaran 150 kali .....	48
Gambar 4.3. Difraktogram Karbon Batang Kangkung Air .....	50
Gambar 4.4. Karakterisasi FT-IR Pada Karbon Batang Kangkung Air .....	51



Gambar 4.5. Perbandingan CV antara Baterai <i>Binder</i> PU dengan PEG dan Baterai PU tanpa PEG pada elektrolit yang digunakan LiCl .....	52
Gambar 4.6. Perbandingan CV antara Baterai <i>Binder</i> PTFE dengan PEG dan Baterai PTFE tanpa PEG pada elektrolit yang digunakan LiCl .....	52
Gambar 4.7. Perbandingan CV antara Baterai <i>Binder</i> PU dengan PEG dan Baterai PU tanpa PEG pada elektrolit yang digunakan Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	53
Gambar 4.8. Perbandingan CV antara baterai PU dengan PEG dan baterai PU tanpa PEG pada elektrolit yang digunakan Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	53
Gambar 4.9. Grafik Pengaruh Variasi <i>Binder</i> , Elektrolit, dan Pemakaian Emulsi Terhadap Daya pada Baterai Litium Ion .....	57
Gambar 4.10. Grafik Interaksi Antar Variabel Pengukuran ( <i>Binder</i> , Elektrolit, dan Pemakaian Emulsi) Terhadap Daya Pada Baterai Litium Ion .....	57
Gambar 4.11. Grafik Pengaruh Variasi <i>Binder</i> , Elektrolit, dan Pemakaian Emulsi Terhadap Energi pada Baterai Litium Ion .....	58
Gambar 4.12. Grafik Interaksi Antar Variabel Pengukuran ( <i>Binder</i> , Elektrolit, dan Pemakaian Emulsi) Terhadap Energi Pada Baterai Litium Ion .....	58
Gambar 4.13. Permodelan Matematika Terhadap Daya Optimum Pada Baterai Litium Ion .....	59
Gambar 4.14. Permodelan Matematika Terhadap Energi Optimum Pada Baterai Litium Ion .....	59
Gambar 4.15. Grafik Galvanogram Baterai <i>Binder</i> PU Dengan Penambahan PEG Pada Elektrolit Yang Digunakan Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	60
Gambar 4.16. Grafik Galvanogram Baterai <i>Binder</i> PU Tanpa Penambahan PEG Pada Elektrolit Yang Digunakan Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	60

Gambar 4.17. Perbandingan GCG Antara Baterai <i>Binder</i> PU Dengan PEG Dan Baterai PU Tanpa PEG Pada Elektrolit Yang Digunakan $\text{Li}_2\text{SO}_4$ .....	61
Gambar 4.18. Grafik Galvanogram Baterai <i>Binder</i> PTFE Dengan Penambahan PEG Pada Elektrolit Yang Digunakan $\text{Li}_2\text{SO}_4$ .....	61
Gambar 4.19. Grafik Galvanogram Baterai <i>Binder</i> PTFE Dengan Penambahan PEG Pada Elektrolit Yang Digunakan $\text{Li}_2\text{SO}_4$ .....	62
Gambar 4.20. Perbandingan GCG Antara Baterai <i>Binder</i> PTFE Dengan PEG Dan Baterai PTFE Tanpa PEG Pada Elektrolit Yang Digunakan $\text{Li}_2\text{SO}_4$ .....	62
Gambar 4.21. Grafik Galvanogram Baterai <i>Binder</i> PU Dengan Penambahan PEG Pada Elektrolit Yang Digunakan $\text{LiCl}$ .....	63
Gambar 4.22. Grafik Galvanogram Baterai <i>Binder</i> PU Tanpa Penambahan PEG Pada Elektrolit Yang Digunakan $\text{LiCl}$ .....	63
Gambar 4.23. Perbandingan GCG antara Baterai <i>Binder</i> PU Dengan PEG Dan Baterai PU Tanpa PEG Pada Elektrolit Yang Digunakan $\text{LiCl}$ .....	64
Gambar 4.24. Grafik Galvanogram Baterai <i>Binder</i> PTFE Dengan Penambahan PEG Pada Elektrolit Yang Digunakan $\text{LiCl}$ .....	64
Gambar 4.25. Grafik Galvanogram Baterai <i>Binder</i> PTFE Tanpa Penambahan PEG Pada Elektrolit Yang Digunakan $\text{LiCl}$ .....	65
Gambar 4.26. Perbandingan GCG Antara Baterai <i>Binder</i> PTFE Dengan PEG Dan Baterai PTFE Tanpa PEG Pada Elektrolit Yang Digunakan $\text{LiCl}$ .....	65

## DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

LIBs	<i>Lithium Ion Batterys</i>
PU	<i>Polyurethane</i>
PTFE	<i>Polytetrafluoroethylene</i>
PGE	<i>Polyethylene Glycol</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
XRD	<i>X-Ray Diffraction Method</i>
FT-IR	<i>Fourier Transfer Infra-Red Method</i>
CV	<i>Cyclic Voltammetry</i>
GCD	<i>Galvanostatic Charging-Discharging</i>

## DAFTAR SIMBOL

T	Temperatur	°C, K, °F
t	Waktu	s (detik)
V	Tegangan	V (Volt)
I	Arus	A (Ampere)
P	Daya	W (Watt)
P	Tekanan	bar, atm
E	Energi	W.h
$\rho$	Massa jenis	$\text{g/cm}^3$ , g/mol
R	Jari – Jari Atom	pm
k	Konduktivitas	S/cm

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pada era globalisasi saat ini, kebutuhan terhadap perangkat elektronik seperti *handphone*, laptop, jam tangan, dan yang lainnya terus meningkat. Sehingga kondisi tersebut menandakan bahwa setiap aktivitas manusia selalu membutuhkan energi, salah satu sumber energi adalah baterai.

Baterai merupakan sebuah alat yang mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik. Baterai memiliki dua sifat yaitu baterai primer yang hanya bisa dipakai satu kali saja dan baterai sekunder (*rechargeable battery*) yang dapat dipakai berkali-kali dengan cara isi ulang bila dayanya sudah mulai habis. Baterai yang dapat diisi ulang yang sering digunakan adalah Li-Ion (*Lithium-Ion*).

Baterai ion litium (biasa disebut Baterai Li-ion atau LIB) merupakan baterai yang di dalamnya dimana ion litium bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan, dan kembali saat diisi ulang (Albarri, 2013). Kelebihan yang dimiliki oleh baterai litium ion dibandingkan dengan baterai jenis lainnya adalah beda potensial tinggi, densitas energi yang tinggi, kapasitas spesifik yang tinggi dan *lifecycle* yang panjang (500-1000 siklus) (Allison, 2015). Baterai litium ion terdiri dari empat komponen penting yaitu elektroda positif (katoda), elektroda negatif (anoda), elektrolit dan separator. Penggunaan material anoda yang biasanya digunakan dalam pembuatan baterai ion litium berupa karbon. Salah satu sumber yang dapat dijadikan karbon adalah tumbuhan hayati seperti kangkung.

Kangkung (*Ipomoea sp.*) merupakan salah satu tanaman yang termasuk famili *Convolvulaceae* yang banyak tumbuh di daerah tropis dan subtropis. Ada dua jenis kangkung yaitu kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) dan kangkung darat (*Ipomoea Reptans*)(Ningsih, dkk., 2016).

Kangkung air yang memiliki nama latin *Ipomoea Aquatica*, merupakan tanaman air yang dapat ditemukan di wilayah Asia Tenggara, Cina bagian

Tenggara dan India yang dapat dengan mudah tumbuh pada daerah perairan seperti sungai, sawah dan rawa-rawa dengan membentuk koloni yang besar. (Haryati, 2019). Dikarenakan sifatnya yang mudah menyerap logam berat dari media tumbuhnya (Seregeg, dkk., 1995). Maka tanaman kangkung tersebut sangat berbahaya jika di konsumsi oleh makhluk hidup karena dapat menyebabkan keracunan, kanker, atau penyakit berbahaya lainnya. Dengan begitu, cara lain untuk memanfaatkan kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) adalah menjadikannya sebagai bahan baku pembuatan karbon.

Pemanfaatan karbon yang berasal dari hayati telah banyak dilakukan pada penelitian sebelumnya, diantaranya pemanfaatan elektroda berbahan karbon sebagai komponen utama baterai berbasis litium ion dibuat dari serbuk kayu gelam memiliki kapasitas daya hantar listrik sebesar 350 mF/g (Syarif, 2012). Elektroda dari eceng gondok memiliki kapasitas sebesar 11,8 mF/g (Rajawat, 2012). Elektroda karbon struktur nano tanaman apu – apu memiliki kapasitas sebesar 244 mF/g (Yunita, 2016). Elektroda dari bayam memiliki kapasitas sebesar 581 mA h/g (Yan Sun, 2017). Serta elektroda dari batang kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) memiliki nilai energi sebesar  $4,83 \times 10^{-3}$  W.h dan nilai daya sebesar  $1,43 \times 10^{-1}$  W (Ingried, 2020).

Merujuk pada penelitian terdahulu, Ingried (2020) saat dilakukan pengujian baterai litium ion dengan menggunakan metode *Cyclic Voltammetry* (CV) dan *Galvanostatic Charging -Discharging* (GCD), nilai arus yang dihasilkan masih fluktuatif terhadap kenaikan konsentrasi pada elektrolit. Hal tersebut disebabkan karena proses pengepresan baterai yang kurang baik, sehingga menyebabkan baterai dengan media elektrolit cair lebih mudah teroksidasi. Selain itu juga penggunaan elektrolit cair dalam baterai dapat membahayakan kesehatan pengguna maupun bagi lingkungan karena tumpahan elektrolit tersebut berbentuk senyawa anorganik pekat (asam dan basa) jika terjadi kebocoran dan tidak dikelola dengan benar.

Upaya untuk meminimalisir kebocoran yang terjadi dalam baterai, maka perlu mencampurkan elektrolit cair dengan material emulsi berbahan dasar polimer agar membuat struktur elektrolit menjadi lebih solid. Faktor lain yang dapat mempengaruhi performa baterai adalah kualitas elektrodanya, seperti

terjadinya pengelupasan elektroda yang akan menjadi penyebab utama kerusakan baterai.

Oleh karena itu, solusi yang dapat diberikan untuk mencegah terjadinya hal tersebut adalah dengan menemukan material penyusun elektroda yang optimal. Maka pada penelitian ini, variable pembuatan baterai akan divariasikan, antara lain dari jenis *binder* yaitu *binder* PU dan *binder* PTFE untuk melihat pengaruh kinerja baterai pada perekatan karbon dan senyawa  $\text{LiTiO}_2$  pada logam tembaga, variasi jenis elektrolit yaitu  $\text{LiCl}$  dan  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  untuk melihat jenis media terbaik dalam pergerakan ion – ion litium dan pemakaian emulsi pada elektrolit yaitu menggunakan PEG untuk melihat pengaruh penambahan emulsi pada elektrolit terhadap kinerja baterai yang dihasilkan. Selanjutnya baterai yang telah siap akan dilanjutkan dengan pengujian kinerja dengan *Cyclic Voltametry* (CV) untuk mengetahui pola reaksi oksidasi dan reduksi dari baterai litium ion serta menentukan nilai arus dan tegangan saat terjadi proses oksidasi dan reduksi pada baterai litium ion, dan *Galvanostatic Charging-Discharging* (GCD) untuk mengetahui besarnya energi listrik yang dapat dikeluarkan baterai pada waktu tertentu.

## 1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian sebelumnya, pemanfaatan karbon yang berasal dari hayati untuk elektroda pada baterai berbasis litium ion telah banyak dilakukan antara lain dari serbuk kayu gelam (Syarif, 2012), eceng gondok (Rajawat, 2012), tanaman apu – apu (Yunita, 2016), bayam (Yan Sun, 2017), serta batang kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) (Ingried, 2020). Pada penelitian tersebut juga telah dilakukan pengujian terhadap konduktivitas karbon dalam menghantarkan arus listrik dengan uji kinerja *cyclic voltammetry* dan *galvanostatic charging - discharging* untuk mengetahui ketabilan pengisian dan pengosongan pada baterai.

Hasil dari penelitian Ingried (2020), menunjukkan karbon yang dihasilkan dapat diaplikasikan sebagai elektroda pada baterai litium ion (LIBs), walaupun masih terdapat kelemahan seperti nilai arus yang dihasilkan masih fluktuatif, sehingga dalam hal ini, dibutuhkan komponen penyusun baterai yang baik.



Mempertimbangkan hal tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

- 1) Bagaimana karakteristik karbon dari batang kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) pada penelitian ini dalam pemanfaatannya sebagai anoda pada baterai litium ?
- 2) Bagaimana pengaruh variasi *binder*, elektrolit, dan pemakaian emulsi terhadap kinerja baterai litium ion berbasis karbon batang kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) yang dihasilkan ?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah :

- 1) Mengetahui dan mengevaluasi karakteristik karbon dari batang kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) pada penelitian ini dalam pemanfaatannya sebagai anoda pada baterai litium ion.
- 2) Menganalisis dan mengevaluasi pengaruh variasi *binder*, elektrolit, dan pemakaian emulsi terhadap kinerja baterai litium ion berbasis karbon batang kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) yang dihasilkan.

### 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah :

- 1) Penelitian ini berskala laboratorium.
- 2) Bahan baku kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) yang digunakan diambil dari kolam perumahan bukit besar Palembang.
- 3) Elektrolit yang digunakan adalah LiCl dan Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 40%.
- 4) Binder yang digunakan adalah *binder* PU dan *binder* PTFE.
- 5) Emulsi yang digunakan adalah PEG
- 6) Pengujian kinerja baterai dilakukan dengan *Cyclic Voltametry* (CV) dan *Galvanostatic Charging-Discharging* (GCD)

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah :

- 1) Dapat menghasilkan elektroda karbon yang benilai lebih ekonomis dengan bahan baku berupa batang kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) untuk baterai litium ion (LIBs).
- 2) Dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, dapat mengoptimalkan pemakaian energi alternatif atau terbarukan yaitu dengan pembuatan karbon dari batang kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) sebagai penyimpanan energi pada elektroda pada baterai litium ion (LIBs).
- 3) Dengan memanfaatkan tumbuhan kangkung air (*Ipomoea Aquatica*) yang dapat tumbuh dengan mudah dan cepat, diharapkan dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan, terutama pencemaran air yang dapat merusak ekosistem.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ain. (2020). *The Systemic Effect of PEG-nGO-induced Oxidative Stress in Vivo in a Rodent Model*. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 12.
- Anggraeni, N.D., 2008. Analisa SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematite. Seminar Nasional – VII. Kampus ITENAS – Bandung, 50-56.
- Antika, I. F., Hidayat, S., 2019. Karakteristik Anoda Baterai Lithium-Ion yang dibuat dengan Metode Spraying Berbasis *Binder* CMC. *JIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 3(2):114-121.
- Arianti. (2021). Peningkatan Kualitas  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  dengan *Post Heat Treatment* untuk Aplikasi *Lithium Ion Capacitor* (LIC). Medan.
- Bard, A., dan Faulkner, L. 1980. *Electrochemical Methods Fundamental and Application*. John Wiley & Sons, New York.
- Callister, W. D., dan Rethwisch, D., 2003. *Material Science and Engineering an Introduction*. John Wiley & Sons, New York.
- Chen, Y., Liu, C., Sun, X., Ye, H., Cheung, C., & Zhou, L. 2015. *Recycled Diesel Carbon Nanoparticles For Nanostructured Battery Anodes*. *Journal of Power Sources*, 275, 26–31.
- Chu, H. 2018. *Rice Husk Derived Silicon/Carbon and Silica/Carbon Nanocomposites As Anodic Material For Lithium Ion Batteries*. Cina: *Department of Chemistry, Zhejiang University*.
- Cullity, B.D., and Stock, S.R. 2001. *Elements of X-Ray Diffraction*. New Jersey: *Prentice Hall*.
- Ginting, N. R. (2017). Sintesis *Lithium Mangan Oksida* ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ) untuk Katoda Baterai *Lithium Ion*. 21 Dan 29-34.
- Ginting, R. Y. (2020). Produksi *Biochar* dari Limbah Kulit Biji Mete dengan Metode *Microwave* Pirolisis. 22-24.

- Gunawan, I., Wahyudianingsih, dan Sudaryanto. 2015. *Studi Electrochemical Impedance Spectroscopy* dari Lembaran *Polyvinyl Alcohol* dengan Penambahan  $\text{LiClO}_4$  sebagai Bahan Elektrolit Baterai Li-Ion. *Elsevier Ltd.*, 503-516.
- Goldstain, J. 2003. *Scanning Electron Microscope and X-ray Microanalysis*. New York: Springer US.
- Harahap, R. (2019). Deteksi Metronidazole menggunakan Elektroda Tembaga Termodifikasi Kitosan-Grafena Oksida Tereduksi dengan Metode *Cyclic Voltammetry*. 32-33.
- Haryati, S., Anggreini, M.R., Pratiwi, Y.E. 2019. Pembuatan Elektroda Karbon Pada Baterai dari Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*). Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Imri, Zul (2017). Sintesis dan Potensi Aplikasi Lembaran Polimer Elektrolit Padat Berbasis Libob-Pvdf dengan Zat Aditif  $\text{ZrO}_2$  Untuk Baterai Lithium Ion. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Ingried, V. F. (2020). Preparasi Karbon Berbasis Batang Kangkung Air (*Ipomea Aquatica*) sebagai Anion dan Aplikasinya pada Kinerja Bateai  $\text{LiTiO}_2$  - Ion. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Klug, H. P., Alexander, L.E., 1974. *X-Ray Diffraction Procedures For Polycrystalline and Amorphous Materials*. New York: PP.960.
- Kuganathan, N., Kordatos, A., dan Chroneos, A., 2018.  $\text{Li}_2\text{SnO}_3$  as a Cathode Material for Lithium-ion Batteries: Defects, Lithium Ion Diffusion and Dopants. *Scientific Reports*, 8:1-9.
- Linden, D., Reddy, T.B., 2002. *Handbook of Batteries Third Edition*. McGraw Hill, New York.
- Liqiang Wang, Zichao Wang, Qun Ju, Wei Wang, Zhanguo Wang (2017). *Characteristic Analysis of Lithium Titanate Battery*. China: Beijing Jiaotong University
- Masruroh, d. (n.d.). Penentuan Ukuran Kristal (*crystallite size*) Lapisan Tipis PZT dengan Metode XRD melalui Pendekatan Persamaan Debye Scherrer. 25-26.

- Merdeka, O. P. (2017). Pengaruh Penambahan *Graphene* Terhadap *Cycle Life* Baterai *Lead Acid*. 35.
- Nureza, Agny Muchamad. Analisis Pengaruh Komposisi *Glycine* pada Proses Sintesa Anoda  $Fe_2O_3$  Untuk Aplikasi Baterai Ion Lithium. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Pahlevi, M.A., Junaidi, R., Fadarina., 2020. *Prototype Of Battery Based Activated Carbon From Bamboo Betung (Review The Effect Of Activated Carbon And Electrolyte Increases Battery Life)*. *Jurnal Kinetika*, 11(1):55-60.
- Perdana, F.A., 2020. Baterai Lithium. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 113-118.
- Pihel, K., Schroeder, T., dan Wightman, R., 1994. *Rapid and Selective Cyclic Voltammetric Measurements of Epinephrine and Norepinephrine as a Method to Measure Secretion from Single Bovine Adrenal Medullary Cells. Department of Chemistry, University of North Carolina at Chapel Hill, North Carolina 27599-3290.*
- Shen, X., Li, Y., Qian, T., Liu, J., Zho., Yan, C., dan Goodenough, J.B., 2019. *Lithium Anode Stable In Air For Low-Cost Fabrication of A Dendrite-Free Lithium Battery*. *Nature Communication*, 10:1-9.
- Simamora, P., Al Khalil, J., Rajagukguk, J., 2020. *Synthesis and Characterization  $Fe_3O_4/GO$  Nanocomposites as Lithium-Ion Battery Anodes (LIBA)*. *The 4th International Conference on Applied Physics and Materials Application*. IOP Publishing, 1-5.
- Skoneczny, Dkk. (2007). *Aluminium Oxide Composite Layers Obtained By The Electrochemical Method in The Presence Of Graphite*. *Materials Science*, 11.
- Sun, Y., Liu, X., Huang, F., Li, S., Shen, Y., Xie, A., 2017. *Spinach Juice-Derived Porous  $Fe_2O_3/Carbon$  Nanorods as Superior Anodes for Lithium-Ion Batteries*. *Materials Research Bulletin*.
- Syarif, N., Tribidasari, I., dan Wibowo, W., 2013. *Binder-Less Activated Carbon Electrode from Gelam Wood for use in Supercapacitors*. *Journal Electrochem. Sci. Eng.*, 3(2):37-45.

- Waluyo, H., Noerochim, L., 2014. Pengaruh Temperatur *Hydrothermal* terhadap Performa Elektrokimia  $\text{LiFePO}_4$  sebagai Katoda Baterai Ion *Lithium Type Aqueous* Elektrolit. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(2):237-242.
- Wang, L., Zhao, J. He, X., Gao, J., Li, J., Wan, C., Jiang, C., 2012. *Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) Study of  $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$  for Li-ion Batteries. *Internasional Journal Electrochemical. Sci.*, 7:345-353.*