

TESIS
ANALISIS KINERJA BATERAI LiVO_3 -ION DENGAN
KARBON KANGKUNG AIR SEBAGAI ANODA



ARINI SUCIA
03012681822011

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

TESIS
ANALISIS KINERJA BATERAI LiVO_3 -ION DENGAN
KARBON KANGKUNG AIR SEBAGAI ANODA

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



ARINI SUCIA
03012681822011

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

HALAMAN PENGESAHAN

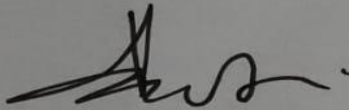
**ANALISIS KINERJA BATERAI LiVO_3 ION DENGAN
KARBON KANGKUNG AIR SEBAGAI ANODA**

TESIS

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

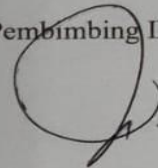
Palembang, Juni 2022
Menyetujui,

Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA
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 ilmiah berupa Laporan Tesis ini dengan judul “Analisis Kinerja Baterai LiVO_3 -Ion Dengan Karbon Kangkung Air Sebagai Anoda” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal Lima Belas bulan Juli tahun Dua Ribu Dua Puluh Dua.


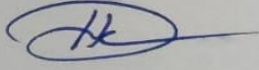

Palembang, Juni 2022

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Tesis

Ketua :

1. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA ()
NIP.195805141984031001

Anggota :


1. Dr. David Bahrin, S.T., M.T ()
NIP.1980010312005011003
2. Dr. Dedi Rohendi, M.T ()
NIP.196704191993031001
3. Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T. ()
NIP.197808222002122001

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 : Arini Sucia

NIM : 03012681822011

Judul : Analisis Kinerja Baterai LiVO_3 -ion Dengan Karbon Kangkung Air
Sebagai Anoda

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, 10 Juni 2022

Yang Membuat Pernyataan,



Arini Sucia

NIM. 03012681822011

RINGKASAN

ANALISIS KINERJA BATERAI LiVO_3 -ION DENGAN KARBON KANGKUNG AIR SEBAGAI ANODA

Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis, 10 Juni 2022

Arini Sucia, Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA dan Dr. Nirwan Syarif, M.Si

Performance Analysis of LiVO_3 -Ion Battery With Carbon (*Ipomoea Aquatica*) as Anodes

RINGKASAN

Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan kangkung air yang banyak ditemukan di daerah rawa. Kangkung air dipetik dan diambil batangnya untuk dijadikan karbon melalui proses hidrotermal dan pirolisis. Karbon yang berasal dari kangkung air mempunyai pori-pori yang dapat digunakan pada anoda baterai litium ion. Sedangkan katoda yang digunakan adalah LiVO_3 yang dihasilkan dari proses hidrotermal antara LiCl , V_2O_5 , dan NaOH yang direaksikan secara stoikiometri. Proses hidrotermal dilakukan dengan menggunakan suhu 200°C selama 16 jam. Karbon kangkung air dan LiVO_3 dimanfaatkan menjadi anoda dan katoda pada baterai litium ion. Elektrolit yang digunakan adalah senyawa LiCl dengan media cair dan gel dengan masing-masing konsentrasi 10%, 20% dan 40%. Binder yang digunakan antara lain PU dan melamin. Baterai yang telah disusun lengkap diuji dengan analisa siklik voltametri dan *galvanostatic charging-discharging*. Pada hasil analisa siklik voltametri nilai arus yang tertinggi terdapat pada baterai dengan media elektrolit cair konsentrasi 40% dengan binder PU yaitu sebesar 0,22A, sedangkan nilai daya, energi, dan kapasitas terbesar juga terdapat pada baterai dengan media elektrolit cair konsentrasi 40% dengan binder PU yaitu nilai daya sebesar $5,36 \times 10^{-1}$ W, nilai energi sebesar $1,80 \times 10^{-2}$ Wh, dan nilai kapasitas sebesar $8,94 \times 10^{-1}$ F. Pada pengukuran *galvanostatic charging-discharging*, dihasilkan kurva pengisian dan pengosongan baterai litium ion. Dimana baterai yang memiliki nilai slope pengosongan paling rendah adalah yang diinginkan karena artinya baterai tersebut dapat digunakan lebih lama. Slope pengosongan baterai terendah terdapat pada baterai dengan media elektrolit cair konsentrasi 40% dengan binder PU yaitu sebesar -0,0039.

Kata kunci: Baterai Litium Ion, Kangkung Air, Karbon, Binder, LiVO_3 , siklik voltametri, *galvanostatic charging-discharging*.

Kepustakaan : 41 (2002-2020)

SUMMARY

PERFORMANCE ANALYSIS of LiVO₃-ION BATTERY WITH CARBON (*Ipomoea Aquatica*) AS ANODES

Arini Sucia, Supervised by Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA dan Dr. Nirwan Syarif, M.Si

Analisa Kinerja Baterai LiVO₃-Ion Dengan Karbon Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Sebagai Anoda

SUMMARY

This research was conducted by utilizing water spinach which is commonly found in swampy areas. Water spinach is picked and the stems are taken to be used as carbon through hydrothermal and pyrolysis processes. Carbon derived from water spinach has pores that can be used at the anode of lithium ion batteries. While the cathode used is LiVO₃ which is produced from a hydrothermal process between LiCl, V₂O₅, and NaOH which are reacted stoichiometrically. The hydrothermal process was carried out using a temperature of 200°C for 16 hours. Water spinach carbon and LiVO₃ are used as anode and cathode in lithium ion batteries. The electrolyte used was LiCl compound with liquid and gel media with concentrations of 10%, 20% and 40%, respectively. Binders used include PU and melamine. The fully assembled battery was tested by cyclic voltammetry and galvanostatic charging-discharging analysis. In the results of the cyclic voltammetry analysis, the highest current value is found in batteries with 40% concentration of liquid electrolyte media with a PU binder, which is 0.22 A, while the largest power, energy, and capacity values are also found in batteries with 40% concentration of liquid electrolyte media with a binder. PU is a power value of 5.36×10^{-1} W, an energy value of 1.80×10^{-2} Wh, and a capacity value of 8.94×10^{-1} F. Galvanostatic charging-discharging, a lithium ion battery charge and discharge curve is generated. Where the battery has the lowest discharge slope value is desired because it means that the battery can be used longer. The lowest battery discharge slope is found in a battery with a 40% concentration of liquid electrolyte media with a PU binder, which is -0.0039.

Keywords: Lithium Ion Battery, *Ipomoea Aquatica*, Carbon, Binder, LiVO₃, *Cyclic Voltammetry*, *Galvanostatic Charging-Discharging*.

Citations : 41 (2002-2020)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, sehingga penyusunan laporan tesis dengan judul “**Analisis Kinerja Baterai LiVO₃-Ion Dengan Karbon Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Sebagai Anoda**” ini dapat terselesaikan. Laporan hasil penelitian 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 laporan hasil penelitian 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, Suami dan Keluarga tercinta, yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan moral dan finansial.
2. Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia dan Dr. Fitri Hadiyah, S.T.,M.T.selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia.
3. Dr. David Bahrin, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Kimia.
4. Prof. Dr. Ir. Sri Haryati, DEA dan Dr. Nirwan Syarif, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Pembimbing II.
5. Ketua, Analis, dan Asisten Laboratorium Pusat Unggulan Riset Fuel Cell dan Hidrogen.

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, Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
RINGKASAN	iii
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR ISTILAH	xii
DAFTAR SIMBOL	xiv

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kangkung Air	4
2.2. Unsur Vanadium	5
2.2.1. Keberadaan Unsur Vanadium Di Alam	5
2.2.2. Sifat Vanadium	6
2.2.2.1. Sifat Kimia Vanadium	6
2.2.2.2. Sifat Fisika Vanadium	7
2.2.3. Manfaat Vanadium.....	8
2.3. Baterai	9
2.4. Jenis-Jenis Baterai	9

2.4.1. Baterai Primer	9
2.4.2. Baterai Sekunder	10
2.5. Baterai Lithium Ion	10
2.6. Bagian-Bagian Pada Baterai Litium Ion	12
2.6.1. Elektroda Negatif (Anoda)	12
2.6.2. Elektroda Positif (Katoda)	12
2.6.3. Elektrolit	14
2.6.4. Separator	15
2.7. Binder Baterai	17
2.8. Prinsip Kerja Baterai	18
2.9. Karakterisasi dan Pengujian	19
2.9.1. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	19
2.9.2. <i>X-Ray Diffraction Method</i> (XRD)	20
2.9.3. <i>Fourier Transfer Infra-Red Method</i> (FT-IR)	21
2.9.4. <i>Cyclic Voltammetry</i> (CV)	22
2.9.5. <i>Galvanostatic Charge Discharge</i>	23
2.10. Penelitian Terkait	26

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu	25
3.2. Alat Dan Bahan	25
3.3. Langkah Kerja	25
3.3.1. Pembuatan Karbon Kangkung Air	25
3.3.2. Pembuatan Baterai	26
3.3.3. Karakterisasi dan Analisa	27
3.4. Diagram Alir Penelitian	30
3.4.1. Pembuatan Anoda	30
3.4.2. Pembuatan Katoda	31
3.4.3. Pembuatan Baterai	31

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Karbonisasi	29
4.2. Karakterisasi Karbon Kangkung Air	30
4.2.1. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	30
4.2.2. <i>X-Ray Diffraction Method</i> (XRD)	31
4.2.3. <i>Fourier Transfer Infra-Red Method</i> (FT-IR)	32
4.3. Pengujian Baterai Litium Ion	33
4.3.1. Siklik Voltametri.....	33
4.3.2. <i>Galvanostatic Charging-Discharging</i>	38
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran	41
 DAFTAR PUSTAKA	 42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Pembuatan Elektrolit	44
1.1. Elektrolit Cair	44
1.2. Elektrolit Padat	44
Lampiran 2. Karakterisasi SEM.....	45
2.1. Torrifaction Material	45
2.2. Karbon	48
Lampiran 3. Karakterisasi SEM EDX.....	51
3.1. Torrifaction Material	51
3.2. Karbon	53
Lampiran 4. Karakterisasi XRD Pada Karbon.....	54
Lampiran 5. Karakterisasi FT-IR.....	55
5.1. Torrifaction Material	55
5.2. Karbon	56
Lampiran 6. Perhitungan Daya, Energi, dan Kapasitas Baterai	67
Lampiran 7. Perhitungan Slope Pengisian dan Pengosongan Baterai.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Sifat Bahan Katoda dalam Baterai Litium Ion.....	13
Tabel 3.1.	Tabel Rencana Percobaan.....	27
Tabel 4.1.	Hasil Analisa EDX Karbon Kangkung Air.....	30
Tabel 4.2.	Nilai Daya, Energi, dan Kapasitas Baterai.....	36
Tabel 4.3.	Nilai Slope Kecepatan Pengisian dan Pengosongan Baterai.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.Kangkung Air	4
Gambar 2.2.Proses Charging & Discharging pada Baterail Litium Ion.....	11
Gambar 2.3. Fenomena Konduktivitas Ionik & Elektronik pada Katoda	13
Gambar 2.4. Proses Discharge atau Pengosongan	16
Gambar 2.5. Proses Charge atau Pengisian.....	16
Gambar 2.6. Contoh Peralatan SEM	17
Gambar 2.7. Interaksi Elektron pada Permukaan Sampel.....	18
Gambar 2.8. Pola Difraksi Sinar-X dalam Bidang Kristal.....	20
Gambar 2.9. Siklik Potensial Sweep	21
Gambar 2.10.Hasil Siklik Voltammogram.....	21
Gambar 2.11.Kurva Charge-Discharge Baterai Litium Ion	22
Gambar 3.1. Diagram Alir Pembuatan Anoda	30
Gambar 3.2. Diagram Alir Pembuatan Katoda	31
Gambar 3.3. Diagram Alir Pembuatan Baterai	31
Gambar 4.1. (a) Serbuk Batang Kangkung Air, (b) <i>Torrifaction Material</i> , (c) Karbon.....	28
Gambar 4.2. Citra SEM dari (a) <i>Torrifaction Material</i> , (b) Karbon	29
Gambar 4.3. Spektrum XRD Pada Karbon Kangkung Air	30
Gambar 4.4. Spektrofotometer FT-IR Pada <i>Torrifaction Material</i>	31
Gambar 4.5. Spektrofotometer FT-IR Pada Karbon	31
Gambar 4.6. Voltammogram Baterai Litium Ion dengan Binder PU	33
Gambar 4.7. Voltammogram Baterai Litium Ion dengan Binder Melamin	34
Gambar 4.8. Profil Galvanostatik Pengisian dan Pengosongan Baterai pada Binder PU dengan Media Elektrolit Cair	37
Gambar 4.9. Profil Galvanostatik Pengisian dan Pengosongan Baterai pada Binder Melamin dengan Media Elektrolit Cair.....	38
Gambar 4.10.Profil Galvanostatik Pengisian dan Pengosongan Baterai pada Binder PU dengan Media Elektrolit Gel	38
Gambar 4.11. Profil Galvanostatik Pengisian dan Pengosongan Baterai pada	

Binder Melamin dengan Media Elektrolit Gel..... 38

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

LIBs	<i>Lithium Ion Battery</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
XRD	<i>X-Ray Diffraction Method</i>
FTIR	<i>Fourier Transfer Infra-Red Method</i>
CV	<i>Cyclic Voltammetry</i>
GDC	<i>Galvanostatic Charging-Discharging</i>
PU	<i>Poliurethan</i>

DAFTAR SIMBOL

<i>C</i>	<i>Kapasitansi, Kapasitas</i>	F (farad), mF, μ F
<i>V</i>	<i>Tegangan Listrik</i>	V (Volt)
<i>I</i>	<i>Arus Listrik</i>	A (Ampere)
<i>P</i>	<i>Daya Listrik</i>	W (Watt)
<i>W</i>	<i>Energi Listrik</i>	Wh (Watt Hour)
<i>t</i>	<i>Waktu</i>	s (Sekon/Detik)
<i>T</i>	<i>Temperatur</i>	$^{\circ}$ C (Celcius)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi di masa kini semakin hari semakin meningkat. Energi sangat dibutuhkan untuk menunjang aktivitas sehari-hari manusia baik sebagai individu maupun organisasi. Aktivitas kecil seperti menyalakan lampu, memasak, bahkan transportasi semuanya membutuhkan energi. Apalagi semenjak dikenalnya smartphone, energi seolah-olah tidak bisa lepas dari genggaman.

Selama ini kebutuhan energi tersebut didapatkan dari sumber bahan bakar fosil seperti minyak dan gas bumi. Namun dikarenakan pemakaian energi dengan menggunakan bahan bakar fosil tersebut memberikan dampak buruk bagi lingkungan maka ketersediaan energi alternatif menjadi sangat penting. Penyediaan energi alternatif tidak lepas dari alat penyimpan energi. Alat untuk energi ini dinamakan baterai. Baterai dapat ditemukan dimana-dimana disekitar kita terutama pada perangkat elektronik seperti smartphone, laptop, *remote*, bahkan mainan anak-anak. Dengan adanya baterai diharapkan kita dapat terlepas dari ketergantungan dengan sumber energi fosil.

Baterai merupakan sebuah perangkat yang bekerja dengan cara mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai yang dipakai dalam kehidupan sehari-hari terdiri dari dua jenis, yaitu baterai yang dapat diisi ulang dan baterai yang tidak dapat diisi ulang. Ternyata baterai yang dapat diisi ulang lebih disukai karena saat baterai habis kita tidak perlu berulang kali membeli baterai baru dan membongkar perangkat elektronik kita karena kapasitas baterai yang kecil. Oleh karena itu para ilmuwan sekarang terus mengembangkan baterai yang dapat diisi ulang dengan kapasitas yang lebih besar, waktu isi ulang yang cepat serta waktu pengosongan yang lebih lama.

Baterai yang dapat diisi ulang inilah yang kita kenal dengan nama baterai lithium ion, *Lithium Ion Battery* (LIB). Baterai ini menggunakan ion Lithium sebagai

penggerak elektrokimianya. Umumnya baterai lithium ion terdiri dari empat bagian, antara lain elektroda (elektroda posi

tif dan elektroda negatif), elektrolit, separator, dan wadah. Elektroda positif disebut dengan katoda sedangkan elektroda negatif disebut dengan anoda. Saat baterai digunakan elektron mengalir dari anoda ke katoda. Sedangkan saat baterai diisi ulang elektron mengalir sebaliknya dari katoda ke anoda.

Ada banyak penelitian yang telah dilakukan tentang interkalasi lithium yang dapat terjadi pada logam transisi, sehingga logam transisi berpotensi juga untuk dikembangkan sebagai anoda. Oksida logam transisi seperti NiO, MnO₂, TiO₂, VO₃ mulai banyak digunakan sebagai pengganti karena logam-logam transisi tersebut dalam bentuk konduktor atau semikonduktor menunjukkan sifat-sifat redox aktif. Vanadium Oksida diakui sebagai material yang sangat menarik karena memiliki berbagai struktur kristal dan kaya V valensi. Vanadium oksida digunakan sebagai katoda dikarenakan material ini mudah dibuat, mempunyai tegangan listrik yang rendah dan memiliki kapasitas yang besar (Pralong, 2012).

Anoda yang biasa digunakan dalam baterai lithium ion adalah grafit atau karbon. Telah banyak penelitian bahwa karbon yang berasal dari biomassa tumbuh-tumbuhan dapat digunakan sebagai kapasitor. Penelitian terdahulu telah dibuat elektroda karbon dari serbuk kulit kayu gelam memiliki kapasitansi sebesar 350 mF/g (Syarif, 2013). Elektroda karbon dari biomassa air seperti eceng gondok memiliki kapasitansi 93,73 mF (Rajawat, 2014), karbon dari tumbuhan apu-apu memiliki kapasitansi sebesar 401,3 mF/g (Yunita, 2016). Vega (2020) juga melaporkan bahwa anoda baterai LiTO₂ yang berasal dari karbon kangkung air memiliki daya sebesar 0,143 W.

Kangkung merupakan salah satu jenis sayur-sayuran yang dikembangkan sebagai makanan. Terdapat dua jenis kangkung yaitu kangkung darat dan kangkung air. Kangkung air yang tumbuh liar di rawa-rawa tidak direkomendasikan untuk dimakan, hal ini menurut penelitian yang dilakukan oleh Tiro (2017), tanaman kangkung air dapat menyerap logam berat di dalam air, seperti logam timbal dan tembaga. Lebih lanjut, menurut Haruna (2012), tanaman kangkung air yang banyak

menyerap logam berat terdapat pada akar, kemudian pada batang dan setelah itu pada daun.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah

- 1) Bagaimana karakterisasi SEM, XRD, dan FTIR dari karbon kangkung air?
- 2) Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi dan media elektrolit terhadap kinerja baterai LVO-ion?
- 3) Bagaimana kinerja baterai litium ion dengan menggunakan vanadium oksida sebagai katoda dan karbon kangkung air sebagai anoda berdasarkan analisis nilai energi, daya, dan kecepatan pengisian serta pengosongan baterai?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini antara lain adalah

- 1) Mengevaluasi dan menganalisis karakterisasi dari karbon kangkung air
- 2) Mengevaluasi dan menganalisis kinerja baterai lithium dengan anoda karbon kangkung air dan katoda vanadium oksida
- 3) Mengevaluasi dan menganalisis baterai dengan performa terbaik.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain adalah

- 1) Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan ilmu pengetahuan dan teknologi tentang material karbon yang dikembangkan pada baterai Lithium Ion.
- 2) Memberikan nilai tambah secara ekonomis kepada kangkung air.
- 3) Dapat dijadikan pembelajaran dan informasi bahan referensi bagi industri dan pemerintah khususnya dalam bidang Teknik Kimia Lingkungan yang mempelajari kinerja baterai litium ion dengan anoda tanaman air.

1.5.Ruang Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini penulis mengambil objek penelitian pada kangkung air sebagai anoda pada baterai litium vanadium ion. Variabel pada penelitian ini berupa penggunaan jenis binder PU dan Melamin sebagai pengikat anoda dan katoda baterai, serta variasi elektrolit baterai yakni elektrolit cair dan gel 10%, 20%, dan 40% berat. Baterai yang sudah dibuat diuji Cyclic Voltammetri dan Galvanostatic Charging Discharging.

DAFTAR PUSTAKA

- Arora and Zhengming., 2004. Battery Separators. *Chemical Reviews*, 104 (10).
- Arora, Yukti., 2015. Lithium-Ion Battery Systems: A Process flow and Systems Framework Designed for Use in The Development of a Lifecycle Energy Model. Tesis Georgia Institute of Technology.
- Brownson., 2013. Graphene Electrochemistry : Fundamentals Through to Electroanalytical Applications. Thesi Manchester Metropolitan University.
- Carvalho, Loeffler, and Passerini S., 2015. High Temperature Stable Separator for Lithium Batteries Based on SiO₂ and Hydroxypropyl Guar Gum. *Membranes*, pp: 5-633.
- Chang, HY., 1998. Effects of Rapid on the Conductivity of Multiple Doped Ceria-Based Electrolyte. *Journal of Power Sources*, pp :1704-1711.
- Chew, SY., 2008. Thin Nanostructured LiMn₂O₄ Film by Flame Spray Deposition an In Situ Annealing Method. *Journal of Power Sources*, pp: 449-453.
- Dewi, Rozanna., 2015. Cross-Linking Pati Sagu Termoplastik Biodegradable (Modified Thermoplastic Starch/TPS) Dengan Difenilmetana Diisosianat (MDI) Dan Minyak Jarak. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(1)
- Dewi, RK., 2019. Pengembangan Elektroda Karbon Berbasis Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichornia crassipe*/Mart) Dan Aplikasinya Pada Baterai Lithium-Ion. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Fachrurozi M, Utami LB, dan Suryani D., 2010. Pengaruh Variasi Biomassa Kiapu. Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. *Jurnal Kesmas*, 4(1) hlm : 1–16.
- Hapsari, Amri, dan Suyanto., 2018. Efektivitas Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Sebagai Fitoremediasi Dalam Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Air Limbah Batik. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. 13(1).

- Inggied. V., 2020. Preparasi Karbon Berbasis Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Sebagai Anoda Dan Aplikasinya Pada Kinerja Baterai LiTiO₂-Ion. Skripsi.Universitas Sriwijaya.
- Kiani, Mousavi, dan Rahmanifar., 2011. Synthesis of Nano-and Micro-Particles of LiMn₂O₄: Electrochemical Investigation and Assessment as a Cathode in Li Battery. *Int. J. Electrochem.*
- Julien, Christian., 2014. Comparative Issues of Cathode Materials for Li-Ion Batteries. *Inorganics* 2, pp. 132-154.
- Kasvayee, KA., 2011. Synthesis of Li-ion battery cathode materials via freeze granulation. Thesis Chalmers University of Technology.
- Lagashetty A, Havanoor V, and Venkataraman A., 2007. Combusion Synthesis of LiMn₂O₄ by Thermal Decomposition of Ocalate Precursors. *Indian Journal of Chemical Technology*, 15 pp: 41-44.
- Linden, David., 2004. *Handbook of Batteries*. Digital Library. McGraw-Hill: The McGraw-Hill Companies.
- Martin W and Ralph J., 2004. What Are Batteries, Fuel Cells, and Supercapacitors ? . *Chem. Rev.* pp: 104.
- Mahmuda, AM., 2018. Preparasi Karbon Berpori Dari Tumbuhan Apu-Apu (*Pistia Srtiotes*) Dan Aplikasi Sebagai Elektroda Anoda Baterai Lithium. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Mikolajczak C, Kahn and Long RT., 2011. Lithium-Ion Batteries Hazard and Use Assessment. The Fire Protection Research Fondation, pp: 26.
- Natalina., 2013. Penggunaan enceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms) dan kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk) dalam perbaikan kualitas air limbah industri tahu. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi V Satek dan Indonesia Hijau (Satek Unila), pp: 980-988.
- Oswal M, Paul J, and Zhao R., 2010. A Comparative Study of Lithium-Ion batteries. University of Southern California. pp: 2.

- Oystein., 2012. Thermal characterisation of anode materials for Li-ion batteries. Norway: Norwegian University of Science and Technology.
- Park M, Zhang XC, and Chang M., 2010. A Review of Conduction Phenomena in Li-Ion Batteries. *Journal Power of Source*, 10.
- Paravasthu, R., 2011). Synthesis and Characterization of Lithium-Ion Cathode Materials in The System $(1-x-y) \text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_{2-x}\text{Li}_{2}\text{MnO}_{3-y}\text{LiCoO}_{2}$. Colorado: Department of Mechanical Engineering Colorado State University.
- Poizot, P, Laruelle S, and Grugnon S., 2001. Searching for New Anode Materials for the Li-ion Technology: Time to Deviate From the usual Path. *Journal of Power Sources*. pp: 235-239.
- Philippe, B., 2013. Insights in Li-ion Battery Interfaces through Photoelectron Spectroscopy Depth Profiling. *Acta Universitatis Upsaliensis. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology*. pp: 1041. 200.
- Pralong, Valerie., 2012. Lithium-Rich Rock-Salt-Type Vanadate as Energy Storage Cathode: $\text{Li}_{2-x}\text{VO}_3$. **American Chemical Society**. pp:12–14
- Priyono, Slamet., 2013. Sintesis Serbuk $\text{LiTi}_5\text{O}_{12}$ yang Didoping Atom Al dan Na untuk Anoda Baterai Ion Lithium. Skripsi Universitas Indonesia.
- Park M, Zhang XC, and Chang M., 2010. A Review of Conduction Phenomena in Li-Ion Batteries. *Journal Power of Source*, 10
- Rajawat, DS, Srivastava, S, and Satsangee SP., 2012. Electrochemical Determination Of Mercury At Trace Levels Using *Eichhornia Crassipes*.
- Rosita, Enny, dan Andi Z., 2013. Efektivitas Fitoremediasi Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk) terhadap Penyerapan Orthopospat Pada Detergen Ditinjau Dari Detensi Waktu dan Konsentrasi Orthopospat. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4 (1).
- Sianipar, NM., 2018. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Di Kawasan Industri Medan. Tesis, Universitas Negeri Medan.

- Simonescu., 2012. Application of FTIR Spectroscopy in Environmental Studies. INTECH Open Science. pp:. 1-2.
- Simpson, Chester., 2011. Characteristics of Rechargeable Batteries. Texas Instruments, Literature Number, SNVA pp: 533
- Tiro, Iyabu, dan Isa., 2017. Potensi Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Sebagai Bioabsorpsi Logam Pb dan Cu. *Jurnal Entropi*, 12 (1).
- Triwibowo, J., 2011. Rekayasa Bahan $\text{LiTMnxFez (PO}_4)_3$ sebagai Katoda Solid Polymer Battery (SPB) Lithium. Skripsi Universitas Indonesia.
- Wang, Guoxiu., 2000. Investigations on Electrode Material for Lithium-Ion batteries. University of Wollongong Research Online, pp:13-20
- Wibowo, H., 2005. Konsep Kimia Dasar. Modul Universitas Negeri Yogyakarta
- Wulansari, Andriani, dan Haetami., 2016. Penggunaan Jenis Binder Terhadap Kualitas Fisik Pakan Udang. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 7 (2).
- Xiang, Wu M, Zhao XY, and Zhang Z., 2013. LiMn_2O_4 Prepared by Liquid Phase Flameless Combustion with F-Doped for Lithium-ion Battery Cathode Materials. *Advanced Materials Research*. pp: 825-830
- Yang and Hou., 2012. Membranes in Lithium Ion Batteries. *Membranes 2012*, 2 pp. 373.
- Yanuartono., 2019. Melamine, Asam Sianurat dan Melamin-Sianurat: Kaitan dengan Penyakit Saluran Perkencingan Hewan. *Jurnal Sain Veteriner*. 37 (2)
- Yunita, Eka. 2018. Application of Water Lettuce (*Pistia S.*) as Conductive Carbon in Electromical Capasitor. *Journal Chemical Engineering Transaction*, 63 pp: 449-504.
- Zhang, Li , and Wang., 2015. Catalytic oxidation of Formaldehyde Over manganese Oxides with Different Crystal Structures. *Catalysis Science and Technology*. 5 pp: 2305-2313.