

**TESIS**  
**PENGUJIAN KINERJA BATERAI LITHIUM ION**  
**BERBASIS BATANG KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica*)**  
**DITINJAU DARI VARIASI BINDER, JENIS**  
**ELEKTROLIT, DAN PEMAKAIAN EMULSI**



**FELICIA SAMANTHA**  
**03012622024002**

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

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGUJIAN KINERJA BATERAI LITHIUM ION BERBASIS  
BATANG KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica*) DITINJAU DARI  
VARIASI BINDER, JENIS ELEKTROLIT, DAN PEMAKAIAN  
EMULSI**

**TESIS**

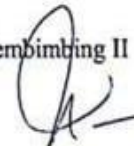
**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan  
Gelar Magister Teknik (M.T.) Pada Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

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

Kapda Jurusan Teknik Kimia



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

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tesis ini dengan judul "Pengujian Kinerja Baterai Lithium Ion Berbasis Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Ditinjau Dari Variasi Binder, Jenis Elektrolit, Dan Pemakaian Emulsi" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Mei 2022.

Palembang, Juni 2022

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Tesis

Ketua :

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

(*orokel.*)

Anggota :

1. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA.  
NIP. 1958100319886031003
2. Dr. Dedi Rohendi, M.T.  
NIP. 196704191993031001
3. Dr. David Bahrin, M.T.  
NIP. 198010312005011003

(*[Signature]*)  
(*[Signature]*)  
(*[Signature]*)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya,

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

Ketua Jurusan Kimia

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

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Felicia Samantha

NIM : 03012622024002

Judul : Pengujian Kinerja Baterai Lithium Ion Berbasis Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Ditinjau Dari Variasi Binder, Jenis Elektrolit, Dan Pemakaian Emulsi

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, Juni 2022

Yang Membuat Pernyataan



Felicia Samantha  
NIM 03012622024002

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	i
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kangkung Air ( <i>Ipomoea aquatica</i> ) .....	5
2.1.1 Anatomi Kangkung Air ( <i>Ipomoea aquatica</i> )..	6
2.1.2 Morfologi Kangkung Air ( <i>Ipomoea aquatica</i> ).....	7
2.3 Unsur Karbon (C).....	7
2.3.1 Ciri-ciri dan Sifat Karbon .....	8
2.3.2 Keberadaan Karbon di Alam .....	9
2.3.3 Manfaat Karbon .....	9
2.4 Unsur Lithium (Li) .....	9
2.4.1 Sifat Atom dan Fisika Lithium .....	10
2.4.2 Sifat-Sifat Kimia Unsur Kimia Lithium.....	10
2.5 Unsur Titanium (Ti).....	11
2.5.1 Sifat Fisika Titanium.....	11
2.4.2 Sifat Kimia Titanium.....	12
2.6 Proses Pirolisis .....	13
2.7 Baterai.....	15
2.7.1 Pengertian Baterai .....	15
2.7.2 Jenis-jenis Baterai .....	15
2.8 Baterai Lithium-Ion .....	17
2.9 Baterai Kancing.....	23

2.10 Metode Karakteristik Baterai .....	25
2.11 Metode Pengukuran Kinerja Baterai .....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	38
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	38
3.1.1 Waktu Penelitian .....	38
3.1.2 Tempat Penelitian .....	38
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	38
3.2.1 Alat .....	38
3.2.2 Bahan.....	38
3.3.3 Rancangan Penelitian .....	38
3.3.4 Preparasi Katoda .....	39
3.3.5 Preparasi Anoda .....	39
3.3.6 Pembuatan Baterai .....	39
3.3.4 Karakterisasi Karbon.....	39
3.3.5 Pengujian Kinerja Baterai.....	40
3.3.6 Analisis Data.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	43
4.1 Preparasi Karbon .....	43
4.2 Karakterisasi Karbon Berbasis Batang Kangkung Air .....	43
4.2.1. Scanning Electron Microscope (SEM).....	44
4.2.2 X-Ray Diffraction Method (X-RD).....	44
4.2.3. Fourier Transfer Infra-Red Method (FT-IR) . .....	45
4.3 Pengujian Kinerja Baterai Kancing ( <i>Button Cell Battery</i> ).....	46
4.3.1 Pengukuran <i>Cyclic Voltametry</i> .....	47
4.3.2 Galvanostatic Charging-Discharging .....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	48
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran .....	48
DAFTAR PUSTAKA .....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Fisik Titanium.....	12
Tabel 2.2 Perbandingan Baterai Lithium-ion dengan Jenis Lain.....	18
Tabel 2.3 Jenis Material yang Dipakai untuk Anoda.....	20
Tabel 2.4 Jenis Material yang Digunakan untuk Katoda.....	22
Tabel 2.5 Huruf-huruf yang Digunakan Sesuai dengan IEC ( <i>Internasional Electrotechnical Comission</i> ).....	24
Tabel 2.6 Ukuran Diameter Baterai dan Toleransinya.....	24
Tabel 2.7 Matriks Pengukuran Kinerja Baterai.....	33
Tabel 3.1 Matriks Pengukuran Kinerja Baterai.....	34
Tabel 4.1 Kandungan Karbon Batang Kangkung Air.....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kangkung Air ( <i>Ipomoea aquatica</i> ).....	6
Gambar 2.2 Serbuk Karbon.....	8
Gambar 2.3 Skema Sistem Kerja Baterai Lithium-Ion .....	19
Gambar 2.4 Struktur Kristal layer $\text{LiMO}_2$ .....	21
Gambar 2.5 Struktur kristal spinel $\text{LiM}_2\text{O}_4$ .....	21
Gambar 2.6 Struktur kristal olivin $\text{LiMPO}_4\text{F}$ .....	21
Gambar 2.7 Baterai Kancing .....	23
Gambar 2.8 Skema Dasar SEM.....	26
Gambar 2.9 Sel Unit Bravais.....	27
Gambar 2.10 Voltamogram Siklik dengan Arus sebagai Fungsi Potensial .....	28
Gambar 2.11 Grafik CV Baterai Litium Ion .....	29
Gambar 2.12 Grafik Galvanostat Pada Pengukuran Pengosongan Baterai.....	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	45
Gambar 4.1 (a) Serbuk batang kangkung air, (b) <i>Torrefaction material</i> , (c) Karbon batang kangkung air.....	46
Gambar 4.2 Karakterisasi SEM dari Karbon Batang Kangkung Air .....	47
Gambar 4.3 Spektrum XRD dari Karbon Batang Kangkung Air .....	49
Gambar 4.4 Pengukuran FT-IR Pada Karbon Batang Kangkung Air.....	50
Gambar 4.5 Grafik CV Baterai Menggunakan Elektrolit LiCl serta binder PU dan TEA .....	51
Gambar 4.6 Grafik CV Baterai Menggunakan Elektrolit LiCl dan binder PU Tanpa Pengemulsi .....	51
Gambar 4.7 Grafik CV Baterai Menggunakan Elektrolit LiCl serta Binder Tinta dan TEA.....	52
Gambar 4.8 Grafik CV Baterai Menggunakan Elektrolit LiCl serta Binder Tinta dan Tanpa Pengemulsi.....	52
Gambar 4.9 Grafik CV Baterai Menggunakan Elektrolit $\text{Li}_2\text{SO}_4$ serta Binder PU dan TEA.....	53
Gambar 4.10 Grafik CV Baterai Menggunakan Elektrolit $\text{Li}_2\text{SO}_4$ serta Binder PU dan Tanpa Pengemulsi.....	53



Gambar 4.11 Grafik CV Baterai Menggunakan Elektrolit $\text{Li}_2\text{SO}_4$ serta Binder Tinta dan TEA.....	54
Gambar 4.12 Grafik CV Baterai Menggunakan Elektrolit $\text{Li}_2\text{SO}_4$ serta Binder Tinta dan Tanpa Pengemulsi.....	54

## DAFTAR SINGKATAN

TEA	<i>Triethanolamine</i>
PU	<i>Polyurethane</i>
X-RD	<i>X-Ray Diffraction</i>
FT-IR	<i>Fourier Transfer Infrared</i>
SEM	<i>Spectroscopy Electron Microscope</i>
CV	<i>Cyclic Voltammetry</i>
GCD	<i>Galvanostatic Charging Discharging</i>

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, sehingga penyusunan tesis dengan judul **“Pengujian Kinerja Baterai Lithium Ion Berbasis Batang Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Ditinjau Dari Variasi Binder, Jenis Elektrolit dan Pemakaian Emulsi”** 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. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. David Bahrin, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Kimia.
3. Prof. Dr. Ir. Sri Haryati, DEA dan Dr. Nirwan Syarif, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Pembimbing II.
4. Kedua Orang tua dan Keluarga tercinta, yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan moral dan finansial.
5. 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, Maret 2022

Penulis

## RINGKASAN

Baterai lithium ion adalah baterai yang dapat diisi ulang dan bergerak dari elektroda negatif ke positif saat dilepaskan. Pada komponen baterai lithium ion terdapat bagian elektroda. Bagian tersebut berfungsi sebagai tempat menyimpan energi serta tempat terjadinya reaksi kimia. Pemanfaatan karbon dari sumber-sumber alam seperti sumber hayati maupun limbah industri sudah banyak digunakan oleh peneliti sebelumnya. Seperti pemanfaatan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) sebagai elektroda menghasilkan daya tertinggi sebesar 0,143 W dengan menggunakan media elektrolit cair 40% dan binder *Polyurethane* (PU). Pada penelitian ini digunakan variasi jenis elektrolit LiCl dan Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, jenis binder PU dan *refill* tinta dan penambahan emulsi TEA untuk meningkatkan kinerja baterai. Baterai dengan elektrolit Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 40% dan menggunakan binder tinta serta penambahan emulsi memiliki nilai daya dan energi tertinggi yaitu sebesar  $2,4 \times 10^{-5}$  W dan  $2,2 \times 10^{-6}$  W.h.

**Kata kunci:** Baterai lithium; Kangkung air; Karbon; Hidrotermal; Pirolisis

### *Abstract*

*A lithium ion battery is a rechargeable battery and moves from the negative to the positive electrode when discharged. In the lithium ion battery component there is an electrode section. This section serves as a place to store energy and a place for chemical reactions to occur. The use of carbon from natural sources such as biological sources and industrial waste has been widely used by previous researchers. For example, the use of water spinach (*Ipomoea aquatica*) as an electrode produces the highest power of 0.143 W using 40% liquid electrolyte media and Polyurethane (PU) binder. In this study, various types of LiCl and Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> electrolytes, PU binders and ink refills were used, and the addition of TEA emulsion to improve battery performance. Batteries with 40% Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> electrolyte and using ink refills binder and the addition of emulsion have the highest power and energy values of  $2,4 \times 10^{-5}$  W dan  $2,2 \times 10^{-6}$  W.h.*

**Keywords:** *Lithium Battery; Water Spinach; Carbon; Hydrothermal; Pyrolysis*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi saat ini, ada beragam penggunaan alat-alat elektronik yang menunjang berbagai kegiatan setiap harinya seperti *handphone*, laptop, atau *gadget* lainnya. Hal tersebut menyebabkan perlunya sesuatu yang dapat menyimpan energi yang lebih besar salah satunya baterai. Baterai dalam menghasilkan listrik dengan mengkonversi energi kimia yang ada pada komponen-komponen baterai dengan reaksi reduksi-oksidasi elektrokimia (Linden, 2002). Salah satu jenis baterai yang digunakan pada alat elektronik seperti gadget dan lainnya yaitu baterai lithium ion.

Baterai lithium ion adalah tempat penyimpanan energi yang dapat dimanfaatkan secara terus menerus dengan cara diisi ulang dan melepaskan bergerak dari elektroda negatif ke positif saat dilepaskan. Pada komponen baterai lithium ion terdapat bagian elektroda. Bagian tersebut berfungsi sebagai tempat menyimpan energi serta tempat terjadinya reaksi kimia. Oleh karena itu, bahan dasar dari sebuah elektroda sangat memengaruhi besar energi yang disimpan serta proses yang terjadi di dalam elektroda tersebut yaitu reaksi elektrokimia. Salah satu bahan dasar yang sangat disarankan sebagai penyusun elektroda pada baterai adalah karbon.

Tumbuhan memiliki potensi untuk dijadikan karbon yang dapat dimanfaatkan sebagai baterai, salah satunya ialah kangkung air (*Ipomoea aquatica*). Kangkung ini tergolong tumbuhan hama karena kandungan berupa merkuri, arsen, seng, tembaga dan nikel yang berasal dari sumber tempat tumbuhnya tanaman ini. Keberadaan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dapat merusak tumbuhan yang tumbuh dekat dengan tanaman ini sehingga tingkat produksi tanaman lain terus berkurang. Kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dapat tumbuh di rawa-rawa, sawah, sungai, atau tempat-tempat yang memiliki kapasitas air yang cukup banyak.

Pemanfaatan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) menjadi karbon sebagai bahan dasar pembuatan elektroda pada baterai dilakukan dengan cara pirolisis agar bisa diaplikasikan sebagai baterai lithium ion (LIBs). Karakterisasi karbon yang dihasilkan tersebut menggunakan alat SEM, XRD dan FT-IR. Alat SEM digunakan untuk melihat morfologi permukaan sample, alat XRD digunakan untuk mendeteksi struktur kristal

yang terbentuk dan FT-IR digunakan untuk mengetahui adanya gugus fungsi atau tidak. Selanjutnya, untuk karakterisasi baterai lithium ion (LBIs) dengan uji morfologi baterai untuk mengetahui homogenitas film, persebaran material aktif, dan juga memungkinkan untuk mengetahui ukuran dan struktur dari partikel material penyusun film anoda.

Baterai lithium ion (LIBs) merupakan jenis baterai isi ulang yang sering dimanfaatkan alat elektronik portabel, karena memiliki ketahanan energi terbaik dan tidak berkurang saat tidak digunakan. Baterai lithium memiliki katoda dan anoda untuk mengalir arus. Pada bagian katoda umumnya banyak menggunakan litium kobalt oksida ( $\text{LiCoO}_2$ ), dan litium besi fosfat ( $\text{LiFePO}_4$ ) sebagai material dasar, sedangkan material karbon digunakan pada bagian anoda. Karbon dapat diambil dari semua jenis tanaman, hewan, bahan tambang maupun limbah yang memiliki unsur karbon (Satriady, 2016).

Pemanfaatan karbon dari sumber-sumber alam seperti sumber hayati maupun limbah industri sudah banyak digunakan oleh peneliti sebelumnya. Seperti pemanfaatan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) sebagai elektroda menghasilkan daya tertinggi sebesar 0,143 W dengan menggunakan media elektrolit cair 40% dan binder *Polyurethane* (PU) menghasilkan daya tertinggi sebesar  $1,43 \times 10^{-1}$  W (Ingrid, 2020). Akan tetapi nilai arus yang dihasilkan dari penelitian tersebut masih fluktuatif terhadap kenaikan konsentrasi elektrolit sehingga menyebabkan baterai mudah teroksidasi. Merujuk pada penelitian tersebut, penelitian ini akan mengoptimalkan daya yang dihasilkan dengan memvariasikan konsentrasi elektrolit dan jenis binder serta emulsi pada pembuatan baterai karbon batang kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang telah dihasilkan sebelumnya untuk dijadikan anoda pada produk siap pakai berupa baterai kancing (*button battery*).

Pada penelitian ini, dibuat variasi penelitian pada jenis elektrolit yang digunakan yaitu LiCl dan  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  dengan konsentrasi 40% serta penggunaan pengental berupa Triethanolamine (TEA) untuk mengetahui pengaruh jumlah ion lithium pada sebuah baterai yang dibuat. Kemudian memvariasikan jenis binder berupa *polyurethane* (PU) dan *refill* tinta untuk mengetahui pengaruh kinerja baterai dan senyawa  $\text{LiTiO}_2$  sebagai katodanya. Selanjutnya dilakukan pengujian kinerja baterai dengan penentuan daya dan energi dari pengukuran *cyclic voltametry* serta penentuan *lifetime* dan kestabilan siklus dari hasil pengukuran *galvanostatic charging-discharging*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengujian tentang pemanfaatan elektroda dari kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang menghasilkan daya tertinggi sebesar  $1,43 \times 10^{-1}$  W

(Ingried, 2020). Penelitian tersebut menggunakan metode *cyclic voltametry* dan *galvanostatic charging-discharging* untuk mengetahui kinerja baterai dan muatan listrik yang dihasilkan.

Hasil dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa karbon yang dihasilkan dari penelitian tersebut memenuhi kriteria untuk diaplikasikan sebagai elektroda pada baterai lithium ion (LIBs) akan tetapi nilainya masih fluktuatif. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, rumusan masalah yang didapat :

- 1) Bagaimana daya yang dihasilkan pada penelitian ini jika digunakan variasi jenis elektrolit yaitu berupa LiCl dan Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan pengental Triethanolamine (TEA) sebesar 40% serta binder polyuretan (PU) dan *refill* tinta untuk dijadikan produk berupa baterai kancing dengan konsentrasi yang sama?
- 2) Apakah faktor yang mempengaruhi hasil kinerja baterai lithium ion dari batang kangkung air (*Ipomoea aquatica*)?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

- 1) Menganalisis daya optimum yang dihasilkan dari pembuatan baterai lithium ion (LIBs) yang berasal dari batang kangkung air (*Ipomoea aquatica*) sebagai anoda dan senyawa LiTiO<sub>2</sub> sebagai katoda dengan memvariasikan jenis elektrolit berupa LiCl dan Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebesar 40% menggunakan pengental Triethanolamine (TEA) serta binder polyuretan (PU) dan *refill* tinta untuk dijadikan produk berupa baterai kancing.
- 2) Menganalisis serta mengevaluasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja baterai lithium ion dari batang kangkung air (*Ipomoea aquatica*).

### **1.4 Manfaat Penelitian**

- 1) Kangkung air (*Ipomoea aquatica*) diharapkan dapat dimanfaatkan menjadi karbon pada elektroda baterai lithium ion (LIBs) mengurangi kapasitas kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang bisa mencemari lingkungan terutama di area perairan.
- 2) Diharapkan dengan penggunaan karbon berbahan dasar dari sumber hayati bisa menghasilkan baterai lithium ion (LIBs) yang baik dan bernilai ekonomis.
- 3) Dalam ilmu pengetahuan dan teknologi, diharapkan baterai lithium ion (LIBs) dapat berguna untuk pengembangan energi alternatif yang dapat dimanfaatkan sebagai penyimpan energi yang baik pengganti energi fosil yang kian hari makin berkurang.

- 4) Dalam dunia industri, diharapkan baterai lithium ion (LIBs) dapat digunakan sebagai bahan baku baterai kendaraan berlistrik di masa depan sehingga bisa meminimalisir penggunaan bahan bakar dari energi fosil.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W.C., A.I Andry, Supriyanto, H.S. dan Arifin. S.A., 2011. Kontribusi Sistem Agroforestry Terhadap Cadangan Karbon Di Hulu DAS Kali Bekasi. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Afif, M.T., dan Pratiwi I. A. P., 2015. Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik – Review. *Jurnal Rekayasa Mesin*, ISSN 2477-6041, 6(2);95-99.
- 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. *JIIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 3(2):114-121.
- Bard, A., dan Faulkner, L. 1980. *Electrochemical Methods Fundamental and Application*. John Wiley & Sons, New York.
- Brown, S., 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest A Primer*. Forestry Paper.134;10-13.
- 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.

- Gunawan, I., Wahyudianingsih, dan Sudaryanto. 2015. Studi Electrochemical Impedance Spectroscopy dari Lembaran Polyvinyl Alcohol dengan Penambahan LiClO<sub>4</sub> sebagai Bahan Elektrolit Baterai Li-Ion. *Elsevier Ltd.*, 503-516.
- Goldstain, J. 2003. Scanning Electron Microscope and X-ray Microanalysis. New York: Springer US.
- Hapsari, J. E., Amri, C., dan Suyanto, A., 2018. Efektivitas Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) sebagai Fitoremediasi dalam Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Air Limbah Batik. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, E-ISSN 2540-8267, 3(1);30-37.
- Haryati, S., Anggreini, M.R., Pratiwi, Y.E. 2019. Pembuatan Elektroda Karbon Pada Baterai Dari Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*). Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Klug, H. P., Alexander, L.E., 1974. *X-Ray Diffraction Procedurs For Polycrystalline and Amorphous Materials*. New York: PP.960.
- Kuganathan, N., Kordatos, A., dan Chroneos, A., 2018. Li<sub>2</sub>SnO<sub>3</sub> 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.
- Muzakir, A., Setiabudi, A., dan Hardian, R., 2012. Karakterisasi Material;Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia. Bandung:UPI Press.
- Nair, P. K. R., Kumar B. M., dan Nair, V. D., 2009. *Agroforestry as a Strategy for Carbon Sequestration*. *Journal of Plant Nutrition Soil Scince*, 172;10-23.
- 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.*

Ridhuan, K., Irawan, D., dan Inthifawzi, R., 2019. Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(1);69-78.

Satriady A., Alamsyah W. , Saad A. H. I., Hidayat S., 2016. Pengaruh Luas Elektroda Terhadap Karakteristik Baterai LiFePO<sub>4</sub>. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 6(2);43–48.

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<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/GO nanocomposites as lithium-ion battery anodes (LIBA). *The 4th International Conference on Applied Physics and Materials Application*. IOP Publishing, 1-5.

Sun, Y., Liu, X., Huang, F., Li, S., Shen, Y., Xie, A., 2017. Spinach Juice-Derived Porous Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Carbon Nanorods As Superior Anodes For Lithium-Ion Batteries. *Materials Research Bulletin*.

Sunardi., 2006. 116 Unsur Kimia Deskripsi dan Pemanfaatannya. Bandung:Yrama Widya.

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 LiFePO<sub>4</sub> 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 LiNi<sub>1/3</sub>Co<sub>1/3</sub>Mn<sub>1/3</sub>O<sub>2</sub> for Li-ion Batteries. *Internasional Journal Electrochemical. Sci.*, 7:345-353.

Xu, B., 2012. Recent Progress in Cathode Materials Research for Advanced Lithium Ion Batteries. *Journal of Materials Science and Engineering R*, 73(5–6):51-65