

**KARAKTERISASI PERFORMA SEL PENUH BATERAI ION LITHIUM
DENGAN $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ SEBAGAI ANODA DAN $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ (NMC 811)
SEBAGAI KATODA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)



Oleh

RINA AMALIA PRATIWI

08021281823099

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN

ALAM UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**KARAKTERISASI PEFORMA SEL PENUH BATERAI ION LITHIUM DENGAN
 $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Tl}_6\text{O}_{14}$ SEBAGAI ANODA DAN $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ (NMC 811) SEBAGAI
KATODA**

SKRIPSI

Dibuat sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar sarjana sains bidang studi
fisika

Oleh:

RINA AMALIA PRATIWI
08021281823099

Indralaya, Mei 2022

Menyetujui:
Pembimbing I



Dr. Ramlan
NIP. 196604101993031003

Pembimbing II



Achamad Subhan, S.Si., M.T
NIP. 197011092000031001

Mengetahui,

PLT. Ketua Jurusan Fisika
Wakil Dekan I Bidang akademik



Dr. Hasanudin, M.Si
NIP. 197205151997021003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya:

Nama : Rina Amalia Pratiwi

NIM : 08021281823099

Judul TA : Karakterisasi Performa Sel Penuh Baterai Ion Lithium dengan $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_5\text{O}_{14}$ Sebagai Anoda dan $\text{LiNi}_{0.3}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ (NMC 811) Sebagai Katoda

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti etika penulisan karya tulis ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di program studi fisika universitas sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat kesalahan ataupun keterangan palsu dalam surat pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, Mei 2022

Yang menyatakan



Rina Amalia Pratiwi
NIM. 08021281823099

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya penukis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Laporan tugas akhir ini dibuat untuk melengkapi persyaratan memperoleh mendapatkan gelar sarjana sains (S.s) di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang akan dilaksanakan di Pusat Pengembangan Fisika (P2F)-LIPI. kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan, pada 2 Juni 2021 hingga 2 September 2021. Laporan tugas akhir ini dengan judul **“Karakterisasi Peforma Sel Penuh Baterai Ion Lithium Dengan $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ Sebagai Anoda Dan $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ (NMC 811) Sebagai Katoda”**.

Penulis sangat bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan kesehatan sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tidaklah terwujud tanpa adanya bantuan dan dukungan serta semangat dalam menjalani proses Tugas Akhir dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih terutama kepada Bapak Dr. Ramlan dan Achamad Subhan, S.Si., M.T., selaku pembimbing I dan pembimbing II yang telah mengarahkan penulis selama Tugas Akhir ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan juga kepada :

1. Kedua orang tua, Mr. Slamet Effendi Dan Ny. Uning Rohani yang selalu memberikan kekuatan semangat, motivasi serta Do'a Yang selalu menuntun untuk tetap tegar.
2. Seluruh dosen Program Studi Fisika, Fakultas FMIPA, selaku dosen yang selalu memberikan arahan, bantuan dan semangat selama proses Tugas Akhir.
3. Bustoni S.Pd yang selalu memberi semangat dan motivasi
4. Teman-teman: Anisa Nurfitriana Ariane, Maysha Rulia, Parinza Ananda, Anisa Susanti, dan Mita Fitriani, selaku teman yang menemani penulisan laporan dan sebagai pendengar dikala suka maupun duka.
5. Sahabat terbaik saya Miftahul Janah dan Khoiril Anam yang selalu membantu saya dalam berbagai keadaan selama saya berkuliah di UNSRI.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari sempurna yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan bantuan

berupa kritik dan saran yang sifatnya membantu dan membangun dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca dapat disampaikan melalui alamat surat elektronik penulis rinaamali030@gmail.com. Penulis berharap semoga Allah SWT memberkahi skripsi ini menjadi karya yang bermanfaat bagi pembaca.

Indralaya, April 2022

Rina Amalia Pratiwi
NIM. 08021281823099

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR SINGKATAN	ix
ABSTRAK	x
BABI PENDAHULUAN	1
1.1 LatarBelakang.....	1
1.2 RumusanMasalah.....	2
1.3 BatasanMasalah.....	3
1.4 TujuanPenelitian.....	3
1.5 ManfaatPenelitian.....	3
1.6 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Baterai Ion Lithium.....	4
2.1.1 Elektroda Negatif (Anoda).....	4
2.1.2 Elektroda Positif (Katoda).....	4
2.1.3 Elektrolit.....	5
2.1.4 Separotor.....	5
2.2 prinsip kerja baterai lithium ion.....	6
2.3 Anoda $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$	6
2.2.1 Bahan Pembentuk Material Anoda $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$	7
a. Titanium Oksida (TiO_2).....	7
b. Lithium Karbonat (Li_2CO_3).....	7
c. Natrium Bikarbonat (NaHCO_3).....	7
d. karbon Aktif.....	7

e. Ethanol	7
2.4 Katoda $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$	8
2.5 Sintering	9
2.6 Karakterisasi	9
2.6.1 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	9
2.6.2 <i>Cyclic Voltametry</i>	10
2.6.3 <i>Charge-Discharge</i>	10
2.6.4 <i>Coulombic Efficiency</i>	11
2.6.5 <i>Elektrochemical Impedence Spektroskopy</i>	11
BAB III METODE PENELITIAN	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.2.1 Alat Penelitian	12
3.2.2 Bahan Penelitian.....	12
3.3 Cara Kerja Penelitian	12
3.3.1 Sintesis Material $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$	12
3.3.2 Pembuatan Slurry $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$	13
3.3.3 Assembling Coin Cel $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ l	13
3.3.4 Cotting Material $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$	13
3.3.5 Fabrikasi Coin Cell Penuh Baterai Lithium Ion.....	15
3.4 Bagan Alir penelitian	16
3.4.1 Pembuatan Material $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$	16
3.4.2 Pembuatan $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$	17
3.4.3 Fabrikasi Coin Cell.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Uji <i>X-Ray Difractioan</i>	21
4.2 Uji <i>Cyclic Voltametry</i>	22

<i>4.3 Uji Coulombic Efficiency</i>	23
<i>4.4 Uji Charge-Discharge</i>	25
<i>4.5 Uji Elektromical Impedence Spectroscopy</i>	27
BAB VPENUTUP	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31
Lampiran 1 Alat Dan Bahan	33
Lampiran 2 Besar Struktur Kristal	34
Lampiran 3 Tabel Pengamatan	40
Lampiran 4 Stekiometri Bahan	42
Lampiran 5 Hukum Bragg	43
Lampiran 6 Waktu Dan Tempat Penelitian	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pemakaian Dan Pengisian Ulang Baterai Lithium Ion	6
Gambar 2.2 Struktur $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ Sebelum dan Sesudah inersi ion Li^+	7
Gambar 2.3 Struktur Katoda NMC.....	9
Gambar 2.4 Perubahan Struktur Mikro Pada Saat Sintering	10
Gambar 2.5 Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Penyusutan Material	10
Gambar 2.6 Difraksi Sinar X.....	11
Gambar 2.7 Uji <i>Cyclic Voltametry</i>	12
Gambar 2.8 Garifik Uji <i>Charge-Discharge</i>	12
Gambar 3.1 Skematik Pembuatan Logam Karbonat	16
Gambar 3.2 Skematik Pembuatan $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$	17
Gambar 3.3 Pembuatan Lembaran CU $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$	17

DAFTAR SINGKATAN

Lambang / Singkatan	Keterangan
TiO ₂ :	Titanium Oksida
Li ₂ CO ₃ :	Lithium Karbonat
NaHCO ₃ :	Natrium Bikarbonat
NMC :	Nikel-Mangan-Cobalt
NaLTO :	Natrium Lithium Titanate Oxide
PVDF :	Polyvinylodene Fluoride
XRD :	X-Ray Diffraction
CD :	Charge-Discharge
CE :	Cyclic Efficiency
CV :	Cyclic Voltammetry
EIS :	Electrochemical Impedance Spectroscopy
DMAC :	Dimethyl Acetamide
Ni-Cd :	Nikel Kadmium
Ni-MH :	Nikel Metal Hidrida
LiPF ₆ :	Lithium Hexafluorophospate
LiCoO ₂ :	Lithium Cobalt Oxide
MO :	Manganese Oxide
NiSo ₄ .6H ₂ O :	Sulphate Hexahydrate
MnSo ₄ .H ₂ O :	Manganese Sulfate
CoSo ₄ .7H ₂ O :	Cobalt Sulfate Heptahydrate
BaCl ₂ :	Barium Clorida
Ba ₂ So ₄ :	Barium Sulfat
LiOH :	Lithium Hidrokside
C ₂ H ₂ O ₄ 2H ₂ O :	Asam Oksalat

**KARAKTERISASI PERFORMA SEL PENUH BATERAI ION LITHIUM DENGAN
 $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Tl}_6\text{O}_{11}$ SEBAGAI ANODA DAN $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ (NMC 811) SEBAGAI
KATODA**

Rina Amalia Pratiwi

*Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Srinwijaya, Sumtra Selatan, Indonesia
rinaamalia030@gmail.com*

Abstrak

Sel penuh baterai ion lithium ini dibuat dengan $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Tl}_6\text{O}_{11}$ sebagai anoda dan NMC811 sebagai katoda. Baterai ion lithium merupakan baterai sekunder yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*), memiliki stabilitas penyimpanan energi yang baik, densitas tinggi dan tidak ada memori efek serta memiliki berat yang relative ringan. Dengan menggunakan metode *solid state reaction*. Melalui metode tersebut penelitian ini dilakukan, dengan cara mensintesis material $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Tl}_6\text{O}_{11}$ dan $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ kemudian hasil sintesis tersebut dibuat slury sebelum dilakukan coating lalu tahap terakhir dilakukan assembling untuk coin sel penuh baterai ion lithium. Setelah didapatkan koin sel penuh baterai ion litium dilakukan karakterisasi menggunakan alat *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS), *Charge-Discharge* (CD) dengan rentang potensial potensial 1.5 V-3.5 V, voltametri siklik (CV) dan *X-Ray Diffraction*.

Kata kunci: karakterisasi sel penuh baterai ion lithium, peforma sel penuh baterai ion lithium.

Indralaya, Mei 2022

Menyetujui:
Pembimbing I



Dr. Ramlan
NIP.196604101993031003

Pembimbing II



Achamad Subhan, S.Si., M.T
NIP. 197011092000031001

Mengetahui,
PLT. Ketua Jurusan Fisika
Wakil Dekan I Bidang Akademik



Dr. Hasanudin, M.Si
NIP.197205151997021003

Full Cell Performance Characterization Of Lithium Ion Battery With $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ As Anode And $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ (NMC 811) As Cathode

Rina Amalia Pratiwi

*Department of Physics, Faculty Of Mathematics And Natural Sciences,
Sriwijaya University, Sumtra Selatan, Indonesia
rinaamalia030@gmail.com*

Abstract

This full cell lithium ion battery is made with $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ as anode and $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ as cathode. Lithium ion battery is a secondary battery that can be recharged (rechargeable battery), has good energy storage stability, high density and no memory effect and has a relatively light weight. By using the solid state reaction method. Through this method, this research was carried out, by synthesizing $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ and NMC811 materials, then the results of the synthesis were made slurry before coating and then the last stage was assembling for coin cells full of lithium ion batteries. After obtaining a coin full cell lithium ion battery, characterization was carried out Using Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS), Charge-Discharge (CD), with a potential range of 1.5V-3.5V Cyclic Voltametry (CV) and X-Ray Difrraction.

Keyword: full cell, lithium ion battery, NMC811, $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$.

Indralaya, Mei 2022

Menyetujui:
Pembimbing I



Dr. Ramlan
NIP.196604101993031003

Pembimbing II



Achamad Subhan, S.Si., M.T
NIP. 197011092000031001

Mengetahui,
PLT. Ketua Jurusan Fisika
Wakil Dekan I Bidang Akademik



Dr. Hasanudin, M.Si
NIP.197205151997021003

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan *lithium ion battery* dari setiap tahun yang meningkat terhadap kemampuan penyimpanan energi dan siklus hidup yang lama, hal tersebut berkaitan dengan semakin cepatnya perkembangan industri telekomunikasi dan elektronika. Seperti telepon seluler mobil listrik dan komputer tablet. *Lithium ion battery* memiliki siklus hidup yang lama dalam menyimpan energi listrik. Namun kualitas dari elektroda (anoda/katoda) dapat mempengaruhi sifatnya. Untuk meningkat dan memperbaiki performa dari baterai, yaitu dengan memperbaiki kualitas dari elektroda yang akan digunakan (Perdana, 2020).

Baterai ion lithium sendiri memiliki beberapa penyusun nya berupa anoda, katoda, dan elektrolit. Yang menjadi permasalahan saat ini yaitu kapasitas katoda yang lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas anodanya. Sehingga di perlukan material lain untuk meningkatkan kapasitas pada katoda salah satunya berupa nikel. Katoda yang digunakan yaitu berupa nikel- mangan- cobalt (NMC). Hal ini karena NMC mempunyai kelebihan yang dimana nikel berpengaruh pada efek sinergitas yang semakin tinggi dan meningkatkan kapsitas pada saat *charge-discharge*. Cobalt memiliki fungsi dapat mengurangi proses tercampurnya kation Li^+ dan Ni^{2+} karena besar atom yang dimiliki hampir sama dengan mangan yang berpengaruh pada stabilitas struktur (Ohzuku *et al.*, 2001).

NMC sendiri memiliki banyak variasi dalam komposisinya yaitu $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ (NMC 811) dan $\text{LiNi}_{0.6}\text{Mn}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ (NMC 622) salah satunya yang memiliki komposisi nikel paling besar yaitu NMC 811 dan memiliki keunggulan muatan kapasitas yang lebih besar. Pada tahun 2025 *enrgy density* di targetkan mendekati 80 W h Kg^{-1} (D. Andre *et al.*, 2015). NMC 811 masuk dalam kategori target katoda yang diinginkan oleh industri otomatis dimasa yang akan datang, dimana material katoda tersebut masuk pada pengelompokan *oxide conversion* yang memiliki keunggulan pada muatan kapasitas, *output voltage*, dan tingkat konduktivitas NMC. Berdasarkan uji EIS dari penelitian sebelumnya NMC 811 memiliki hambatan yang lebih besar dibandingkan NMC 622 sehingga konduktivitasnya lebih kecil. Sedangkan nilai difusi pada NMC 622 jauh lebih baik dibandingkan NMC811. Pada NMC622 nilai

defusinya yaitu $4,18 \times 10^{-7}$ sedangkan NMC 811 yaitu $2,28 \times 10^{-7}$, sehingga NMC 622 memiliki difusi lithium yang baik dan tingkat konduktifitasnya yang lebih baik. Namun pada NMC 811 memiliki tegangan sebesar 0,56V sedangkan untuk NMC 622 sebesar 0,25V sehingga pada NMC 811 proses *charge-discharge* yang terjadi serta kapasitas yang di peroleh semakin reversible (Raihan., 2020). Oleh karena itu, penelitian material katoda ini di fokuskan pada NMC811 (S.T Myung *et al.*, 2016).

Selain material katoda yang berperan penting dalam *Lithium-Ion Battery* yaitu anoda. Dalam pembuatan coin sel penuh baterai lithium ion ini juga sangat berpengaruh, dimana baterai ion lithium saat ini masih banyak yang menggunakan garafit untuk pembuatan anoda tetapi pada permukaanya dapat berbentuk *dendrite* yang dapat mengurangi kapasitas dari baterai (Bruce, P *et al.*, 2008). Sehingga dibutuhkan anoda yang tidak akan membentuk *dendrite* pada permukaan baterai (Wang, L *et al.*, 2013). Oleh karena itu, penelitian material anoda ini tertarik pada $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ karena memiliki *potensial plateau* yang lebih rendah yaitu 1.25V dibandingkan material LTO yaitu 1.55V. Material $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ memiliki struktur yang stabil ketika proses *charge-discharge*. Material $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ memiliki kapasitas sebesar 281mAh/gsehingga sangat menjanjikan untuk digunakan pada baterai masa depan, material anoda tersebut memiliki sifat *fast charging* sehingga menghemat waktu yang digunakan (K.Q. Wu *et al.*, 2014). Berdasarkan keunggulan material anoda dan katoda tersebut maka pada penelitian ini digunakan material katoda berupa NMC 811 dan $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ sebagai material anoda dan dilakukan fabrikasi coin sel penuh untuk anoda dan katoda tersebut.

1.2 perumusan masalah

1. Bagaimana peforma $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ sebagai anoda dan NMC 811 sebagai katoda.
2. Bagaimana peforma sel baterai ion lithium berdasarkan anoda dan katoda.

1.3 Batasan Masalah

1. penelitian akan difokuskan untuk menganalisis peforma $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ sebagai anoda dan NMC 811 sebagai katoda dari penelitian sebelumnya.
2. Menggunakan $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ sebagai anoda dan NMC 811 sebagai katoda untuk di uji dalam bentuk sel baterai ion lithium.

1.4 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai berdasarkan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis hasil peforma *X-Ray Diffraction* $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ sebagai anoda dan NMC 811 sebagai katoda.
2. Menganalisis hasil peforma sel penuh baterai ion lithium berdasarkan anoda dan katoda.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitaian adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui peforma *X-Ray Diffraction* $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ sebagai anoda dan NMC 811 sebagai katoda.
2. Menegetahui peforma sel penuh baterai ion lithium berdasarkan anoda dan katoda.

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

1. Waktu Penelitian : 2 Juni 2021 – 2 September 2021.
2. Tempat Penelitian : Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Riset Fisika (PRF) dan Inovasi Nasional (BRIN) kawasan Puspitek Serpong, Tangerang dan Penyusunan skripsi dilakukan di Universitas Sriwijaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afza, E., 2011. *Pembuatan Magnet Permanent Ba-Hexa Ferrite (BaO.6Fe2O3) Dengan Metode Koopresipitasi Dan Karakterisasinya*. [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Bruce, P. G., Scrosati, B., Tarascon, J.M. *Nonomaterial For Rechargeable Lithium Batteries*. *Angew. Chem., Int. Ed.* 2008, 47, 2930-2945.
- D. Andre, S.-J. Kim, P. Lamp, S. F. Lux, F. Maglia, O. Paschos, and B. Stiaszny, "Future generations of cathode materials: an automotive industry perspective," *Journal of Materials Chemistry A*, vol. 3, no. 13, pp. 6709–6732, 2015.
- H.-R. Mao, "Solid-state Synthesis of High-Capacity LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}O₂ Cathode by Transition Metal Oxides," *International Journal of Electrochemical Science*, pp. 10536–10545, 2016.
- Koseva, J.P. Chaminade, P. Grevereau, S. Pechev, P. Peshev. J. Etourneau, *A New Family Of Isostructural Titanat, Ti₆O₁₄ (M_{1/4} Sr, Ba, Pb)*, *J. Alloys Compd.* 389 (2005) 47-54.
- K.Q. Wu, D.J. Wang, X.T. Lin, L.Y. shao, M. Shui, X.X. jiang, N.B Long, Y.L. Ren, J.Shu, *J. Electroanal. Chem.* 45 (2019) 10-16.
- Linden, David and Thomas B. Reddy, "Handbook of Batteries 3 Ed". Amerika Serikat: The McGraw-Hills Companies, Inc, 2002
- Lubis, R.A.F.dkk., 2020. *Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification*. *Chemical Science and Technology*, 2(3): 67-73.
- Ningsih, L.T., Sabrina, Q., Majid, N., 2017. *Penambahan TiO₂ Dalam Pembuatan Lembaran Polimer Elektrolit Berpengaruh Terhadap Konduktivitas Dan Kinerja Baterai Lithium*. *Material dan Energi Indonesia*, 1(7): 31-317.
- Oswal, dkk., 2010. *A Comparative Study Of Lithium Ion Batteries*. California : University of Southern California.
- Perdana, F.A., 2020. *Baterai Lithium*. *Jurnal Pendidikan IPA*, 2(9): 113-118. <https://jurnal.uns.ac.id/inkuiri>.
- Ramlan., Bama. A.A., 2011. *Pengaruh Suhu Dan Waktu Sintering Terhadap Sifat Bahan Porselen Untuk Bahan Elektrolit Padat (Komponen Elektrolit)*. *Penelitian Sains*, 3(14): 1-4.
- Ramlan., Johan.A., 2009. *Identifikasi Keramik Na-β" - Al₂O₃ Dengan Penambahan Variasi Komposisi (0%, 3% dan 6%) Berat MgO*. *Jurnal Penelitian Sains*, 1(12): 1-6.

- Raihan, A.Z., 2020. *Sintesis dan Karakterisasi $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$ dan $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ Dengan Metode Solid State Untuk Katoda Batrai Ion Lithium.*[Skripsi].
- Shu, J., Wu, K., Wang, P., Lin, X., Shao, L., ... Wang, D (2015). *Lithiation And Delithiation Behavior Of Spinel Lithium Titanat Anode.* Electrochimica Acta, 173: 595-606. doi: 10.1016/j.electacta.2015.05.106.
- S.-T. Myung, F. Maglia, K.-J. Park, C. S. Yoon, P. Lamp, S.-J. Kim, and Y.-K. Sun, "Nickel-Rich Layered Cathode Materials for Automotive Lithium-Ion Batteries: Achievements and Perspectives," ACS Energy Letters, vol. 2, no. 1, pp. 196 – 223, 2016.
- Suhendra, C.P, Dkk., 2019. *Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rimpang Ilalang (Imperata Cylindrica (L) Beauv.) Pada Ekstraksi Menggunakan Gelombang Ultrasonik.* Jurnal ilmu dan teknologi pangan. 1(8): 27-35.
- Stephan dan K. Alexandra. *A Pathway to Understand NMC Cathodes.* Joule 4, 1626–163, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.joule.2020.08.004>.
- Syukri., Dahlan .D., Agustina. E., 2013. *Struktur Dan Lapisan Optic Lapisan Tipis TiO_2 (Titanium Okside) Yang Dihasilkan Menggunakan Metode Elektrodeposisi.* Jurnal Fisika Unand, 3(2). 2302-8491.
- T. Ohzuku and Y. Makimura, "Layered Lithium Insertion Material of $\text{LiCo}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ for Lithium-Ion Batteries," Chemistry Letters, vol. 30, no. 7, pp. 642-643, 2001.
- Utami, L.I., 2009. *Pembuatan Ethanol Dari Buah Mengkudu.* Jurnal teknik kimia, 1(4): 225-259.
- Wang, L., Xiao, Q. Z., Wu, L. J., Lei G. T., Li, Z. H. *Spinel LiCrTiO_4 Fibers As An Advanced Anode Material In High Performance Lithium Ion Batteries.* Solid State Ionics 2013, 236, 43-47.
- Yulianti, L., Wahyudi, S., Marlina, E., 2013. *Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H_2O Dengan Katalis NaHCO_3 .* jurnal rekayasa mesin, 1(4): 53-58.