

**PENGARUH ELEKTROLIT DAN PELARUT TERHADAP KINERJA
BATERAI $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ PADA BATERAI ION LITIAM**

Skripsi

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



OLEH:

Intan Purwita Sari

08031381924079

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH ELEKTROLIT DAN PELARUT TERHADAP KINERJA
BATERAI $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ PADA BATERAI ION LITUM**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh:

INTAN PURWITA SARI

08031381924079

Indralaya, 26 Januari 2024

**Mengetahui,
Pembimbing**



Dr. Nirwan Syarif, M. Si.

NIP. 197010011999031003

Dekan FMIPA



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Intan Purwita Sari (08031381924079) dengan judul “Pengaruh Elektrolit dan Pelarut Terhadap Kinerja Baterai $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ pada Baterai Ion Litium” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 Januari 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 26 Januari 2024

Ketua :

1. **Dra. Fatma, M. S.**

NIP. 196207131991022001

(fhs)

Sekretaris :

1. **Dr. Muhammad Said, M. Si.**

NIP. 197407212001121001

(M Said)

Pembimbing :

1. **Dr. Nirwan Syarif, M. Si.**

NIP. 197010011999031003

(Nirwan)

Penguji :

1. **Dr. Desnelli, M. Si.**

NIP. 196912251997022001

(Desnelli)

2. **Dr. Nurlisa Hidayati, M. Si.**

NIP. 197211092000032001

(Nurlisa)

Mengetahui,

Dekan FMIPA

Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph.D
NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia

Prof. Dr. Muharni, M. Si.
NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Intan Purwita Sari

NIM : 08031381924079

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri didampingi pembimbing dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar ke sarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip narasumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 26 Januari 2024

Penulis,



Intan Purwita Sari

NIM. 08031381924079

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama Mahasiswa : Intan Purwita Sari

NIM : 08031381924079

Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, Saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Pengaruh Elektrolit dan Pelarut Terhadap Kinerja Baterai $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ pada Baterai Ion Litium”. Dengan hak bebas royalti non-exclusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 26 Januari 2024

Penulis



Intan Purwita Sari

NIM. 08031381924079

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S Al-Insyirah, 94: 5-6)

“Orang lain ga akan bisa paham *struggle* dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian *success stories*. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun ga ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita dimasa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini, tetap berjuang ya!”

(Unknown)

“Hidup bukan saling mendahului, bermimpilah sendiri-sendiri”

(Hindia)

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Diri sendiri yang sudah bertahan dan berjuang sampai sejauh ini
2. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan saya doa dan semangat
3. Kakak perempuanku tersayang
4. Dosen pembimbing Dr. Nirwan Syarif, M. Si.
5. Dosen – dosen Kimia FMIPA
6. Sahabat – sahabatku dan teman seperjuangan
7. Almamaterku Universitas Sriwijaya

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang. Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Elektrolit dan Pelarut Terhadap Kinerja Baterai $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ pada Baterai Ion Litium”. Skripsi ini dibuat sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Proses pengerjaan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai hambatan dan rintangan, mulai dari pengumpulan literatur, penelitian, pengumpulan data dan pengolahan data hingga sampai ke tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab sebagai mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik itu secara moril ataupun material, akhirnya penulis telah menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Nirwan Syarif, M.Si.** atas segala bimbingan, bantuan dan saran yang telah diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat serta karunia-Nya kepada penulis.
2. Orang tua yang selalu memberikan motivasi kepada penulis untuk tetap selalu berjuang melewati berbagai rintangan kehidupan, yang selalu menyelipkan doa ketika sujudnya untuk penulis. Terima kasih, tanpa kalian mungkin penulis tidak bisa sampai di tahap ini.
3. Mba Tia, makasih yaa mba sudah jadi kakak yang baik bagi penulis. Terima kasih untuk selalu memberikan support kepada penulis, yang selalu memberikan arahan kepada penulis agar penulis tidak salah untuk memilih langkah. Terima kasih untuk selalu ada ketika penulis sangat membutuhkan bantuanmu selama ini.
4. Bapak Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.

5. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik sekaligus pembimbing tugas akhir, terima kasih penulis ucapkan atas bimbingan, bantuan dan saran yang telah diberikan kepada penulis selama menjalankan penelitian dan penyusunan skripsi hingga selesai.
8. Ibu Dr. Desnelli, M. Si. dan Ibu Dr. Nurlisa Hidayati, M. Si selaku dosen pembahas, terima kasih penulis ucapkan atas bimbingan, ilmu, serta kritik dan saran yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis bisa memperbaiki isi skripsi penulis menjadi lebih baik dari yang sebelumnya.
9. Seluruh Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan ini.
10. Admin jurusan Mbak Novi dan Kak Cossiin yang telah banyak membantu dalam hal urusan administrasi selama masa perkuliahan.
11. Kakak-kakak mentor PUR (Kak Reka, Kak Dwi dan Kak Icha), terima kasih karena telah banyak memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama masa dalam penyelesaian tugas akhir ini. Maaf jika sering lalai dan berbuat kesalahan, semoga Allah SWT membalas kebaikan kakak-kakak sekalian.
12. Yuk Sil, terima kasih sudah mau menjadi sahabat sekaligus kakak perempuan penulis ketika masa perkuliahan. Tidak tau bagaimana caranya untuk membalas kebaikan yuk Sil selama ini, yuk Sil adalah salah satu orang yang sangat berperan penting dalam penyelesaian tugas akhir penulis, yuk Sil sudah sangat banyak memberikan bantuan, saran dan solusi yang sangat bermanfaat kepada penulis. Terima kasih yuk Sil sudah mau menemani dan selalu memberikan semangat kepada penulis sampai saat ini hingga penulis tidak merasa sendirian disaat teman-teman yang lain sudah pada lulus. Terima kasih yaa sudah mau direpotkan selama ini, tetap jadi yuk Sil yang pernah penulis kenal yaa. Tetap jadi orang baik yang penulis kenal ya yuk. Satu pesan dari penulis, turunin gengsinya hehe.

13. Ragil, terima kasih ya gil sudah mau temenan sampai saat ini. Terima kasih sudah mau berperan menjadi sosok ayuk kedua setelah yuk sil, yang selalu memberikan motivasi-motivasi kehidupan dikala penulis sedang down sehingga penulis bisa bangkit kembali. Terima kasih juga untuk ilmu-ilmu yang sudah diajarkan kepada penulis selama ini ketika penulis tidak mengerti dalam hal tersebut. Tetap menjadi Ragil yang selalu ceria ya, yang selalu memberikan tawa bahagia kepada orang sekitarnya melalui leluconnya, tapi satu pesan yang harus diingat, jangan lupa untuk membahagiakan diri sendiri terlebih dahulu ya gil, karena percuma kalo kita buat bahagia orang tapi diri kita gak bisa bahagia. Ayo main ke Palembang, apa gak kangen sama penulis yang cantik dan imut ini? Hehe :)
14. Della, haii musuhku terima kasih banyak ya sudah mau jadi teman penulis. Della yang kadang lemot sampai memancing emosi orang, walaupun lemot tapi penulis tetap sayang kok. Makasih yaa sudah mau jadi salah satu teman curhatku di kala memasuki jam untuk overthinking wkwk. Terima kasih del atas kebaikan yang telah diberikan selama ini, semoga berbalik ke dirimu juga yaa. Kurangin cengengnya del, ingat umur wkwk. Hanya satu pesan dari penulis, jangan pernah tinggalkan sahabatmu ya del, tetap selalu ingat sahabatmu walaupun kamu sudah mempunyai pasangan halal nanti yaa.
15. Siska, haii bestiee yang paling ceria dan petakilan, yang selalu dikira anak-anak kimia kalo kami kembaran. Bagaimana kabarnya disana? Apakah masih galau? wkwk, penulis harap Anda sudah menemukan kebahagiaan yang baru ya :) . Terima kasih ya sis sudah mau jadi teman penulis dari sejak maba sampai saat ini, terima kasih atas canda tawa yang telah diberikan saat ini. Terima kasih sudah selalu meyakinkan penulis kalau penulis pasti bisa melewati semua rintangan ini. Terima kasih juga untuk tumpangannya di kost selama ini, ingat banget kost siska dari jaman maba dulu selalu jadi tempat penulis untuk masak berbagai jenis makanan yang nantinya akan dimakan bareng-bareng. Ayo main sini ke Palembang biar kita bisa kumpul lagi, sekalian bawa oleh-oleh keripik pisang coklat yang banyak dari Lampung ya sis wkwk. Satu pesan dari penulis, jangan terlalu bucin sis biar gak jadi bodoh karna cinta wkwk, kurangi juga lemotnya sis biar gak memancing emosi orang HAHA.

16. Dinii, terima kasih sudah mau menjadi sahabatku sejak hari pertama PKKMB sampai saat ini. Terima kasih untuk kesetiaan dan ketulusan hatinya yang telah diberikan selama ini. Terima kasih untuk tidak meninggalkanku disaat masa-masa ingin menyerah dalam menghadapi masalah hidup ini. Terima kasih juga atas dorongannya selama ini agar penulis selalu tetap melangkah maju demi sebuah gelar yang sudah ditunggu-tunggu sejak tahun 2019. Maaf yaa kalau penulis banyak merepotkan Dinii selama ini. Akhirnya kita bisa wisuda bareng juga ya din walaupun ga bareng teman-teman kita yang lain karna mereka sudah lulus terlebih dahulu, tapi gpp din itu artinya kita hebat dan menjadi orang terpilih yang dipercayai oleh Allah untuk bisa melewati ujian seberat ini. Selalu ingat bahwa setelah kesulitan pasti selalu ada kemudahan, kita ga pernah tau darimana akan datangnya kesedihan dan kebahagiaan. Terima kasih yaa sudah mempercayai penulis sebagai salah satu tempat untuk berbagi kisah kehidupan, sudah mau jadi teman nongki, galau, hingga overthinking sampai gak bisa tidur sampai pagi. Dinii yang baiknya benar-bener kelewat batas, definisi berhati malaikat. Selalu effort ke orang-orang yang dia sayang walaupun sering disia-siakan usahanya oleh orang-orang tersebut. Gpp ya din, namanya juga hidup, kalo ga ada pahitnya nanti jalan cerita hidup kita ga berwarna :) . Tetap menjadi teman cegilkku ya din wkwk, tapi setelah ini kita harus menjadi cegil bagi orang yang tepat dan pasti yaa.
17. Caca, haii bestieeku dari sejak maba, yang selalu sekelas dari awal masuk kuliah sampai akhir. Bagaimana kabarmu? Aman kan? Kalau capek istirahat bentar ya ca, baru dilanjut lagi jangan terlalu diporsir. Caca yang hidup percintaannya hampir mirip dengan penulis wkwk, sampai-sampai tipe yang disukai pun hampir sama wkwk. Terima kasih ya ca sudah mau setia berteman sama penulis hingga saat ini. Terima kasih untuk bantuannya selama ini ca, banyak yang penulis ga tau akhirnya jadi tau berkat bantuan caca yang selalu sabar mengajari penulis, ga tau gimana caranya buat balas kebaikan caca. Terima kasih yaa ca sudah selalu mau menemani penulis jalan-jalan ketika penulis sedang stress. Terima kasih juga untuk tumpangan rumahnya selama ini ketika penulis memesan paket belanjaan wkwk. Cepet pulang yok ca, udah kangen banget nih, udah banyak banget yang mau diceritain :(

18. Dilah, haii dilah bebekku, makasih yaa sudah mau jadi teman dekat penulis selama masa perkuliahan. Penulis yang awalnya ngerasa kek pernah ketemu Dilah tapi lupa dimana, ehh taunya ketika Dilah tegur penulis terlebih dahulu dan menanyakan apakah dulu pernah les di tempat yang sama disitulah penulis baru menyadari kalau kita pernah bertemu disitu, dunia emang sempit banget ya dil, emang ga pernah bisa kita tebak gimana caranya kita dipertemukan dengan seseorang. Terima kasih ya dil atas kebaikannya selama ini, terima kasih juga untuk bantuannya baik di kehidupan kampus ataupun diluar. Terima kasih juga sudah mau mengantar dan menjemput penulis setiap kita mau healing dengan teman-teman yang lain wkwk. Jangan pernah bosan untuk berbuat kebaikan ya dil, pasti suatu saat Dilah akan mendapatkan kebahagiaan yang berlimpah :)
19. Madam, temanku yang super duper kalem, ga pernah aneh-aneh. Terima kasih ya dam atas jasanya selama ini, selalu sabar mengajari penulis ketika penulis tidak mengerti akan hal itu. Terima kasih ya dam sudah sangat baik sama penulis, ga tau gimana caranya balas kebaikanmu. Satu pesan dari penulis, jangan sering berantem lagi ya dam sama kakakmu wkwk.
20. Yessi, terima kasih yaa sudah mau temenan sama aku, walaupun kita baru bener-bener deket ketika memasuki tugas akhir. Makasih ya yes sudah menjadi orang baik, tetap menjadi Yessi yang penulis kenal seperti ini. Semoga bahagia selalu menghampiri hidupmu ya Yess.
21. Bang Hanif, Olga, dan Agung, terima kasih ya untuk kalian bertiga karena sudah mau menjadi teman akrab penulis. Teruntuk bang Hanif, terima kasih karena sudah mau berperan sebagai sosok abang ketika masa perkuliahan, terima kasih sudah mau berteman dan berbaik hati mengajari penulis dari sejak maba, baik itu soal kehidupan maupun akademik. Teruntuk Olga, terima kasih sudah mau berteman sama penulis sejak dari maba, sudah mau membantu penulis selama masa perkuliahan baik itu ketika di dalam kampus maupun di luar kampus. Terakhir, terima kasih juga penulis ucapkan kepada Agung yang telah mau berteman dan mengajari penulis soal perkuliahan ketika penulis tidak mengerti. Walaupun Agung kelihatannya cuek dan pendiam, tapi Agung orangnya sangat baik.

22. Adik asuhku, Anisah dan Nike, terima kasih yaa sudah baik sama kakak selama ini, maaf yaa kalau kakak belum bisa jadi kakak asuh yang baik buat kalian.
- Teruntuk Anisah, makasihh ya atas kebaikannya selama ini sama kakak. Tetap semangat terus yaa, tinggal sedikit lagi kok perjalanan untuk mendapatkan gelar itu, pasti bisa kok walaupun harus dihadapkan dengan berbagai rintangan, kalau mau nangis gpp yang penting harus tetap maju terus ya, jangan pernah berhenti untuk melangkah.
 - Teruntuk Nike, makasihh ya atas kebaikannya selama ini sama kakak, sayang banget sama adik asuhku ini. Mari nikmati masa-masa perkuliahan ini sebelum masuk ke semester yang menguras banyak energi dan bisa mengganggu mental :) Kalau nanti ada yang mau ditanyakan langsung chat kakak aja yaa, ga usah sungkan, kakak selalu siap sedia membantu selagi kakak mampu. Kalau mau curhat juga ayo gpp hehe.
23. Alifia, terima kasih sudah hadir di kehidupan penulis dengan penuh canda tawanya, walaupun adik tingkat tapi rasanya sudah seperti teman dekat sendiri. Terima kasih yaa karna sudah membantu kakak selama masa perkuliahan, baik itu di bidang akademik, organisasi, ataupun diluar itu. Tetap menjadi Alifia yang selalu ceria yaa, yang selalu mentransfer kebahagiaan bagi orang di sekitarnya. Capek boleh, tapi harus tetap dijalani yaa. Semangat terus Alifia.
24. Sekar & Indah, terima kasih yaa sudah mau berteman sama penulis sampai saat ini, yang selalu mau berbagi canda tawa kepada penulis.
- Teruntuk Sekar, ternyata sudah lama banget ya kar kita temenan, sudah kurang lebih selama 10 tahun. Terima kasih banyak yaa sudah mau mengisi kekosongan di hidup penulis, terima kasih sudah mau menemani penulis menjelajahi cafe-cafe instagrammable sekaligus membantu penulis dalam membuat konten, selalu mengajak penulis jalan-jalan kemanapun dikala penulis sedang ngedown dalam menjalani kehidupan ini. Terima kasih sudah mempercayai penulis sebagai salah satu tempat berbagi kisah kehidupan, tetaplah menjadi Sekar yang penulis kenal yang selalu ceria didepan banyak orang, yang selalu pantang menyerah dalam mencapai suatu tujuan. Sering-sering pulang ke Palembang ya Kar, biar kita bisa healing lagi hehe.

- Teruntuk Indah, ternyata sudah cukup lama juga yaa kita temenan, sejak dari SMA kelas 10 yang awalnya temenan karna sering ikut Indah pulang bareng karna rumahnya searah ehh malah keterusan temennya sampe sekarang hehe. Makasih yaa Ndah sudah hadir di proses kehidupan penulis, yang selalu penulis jadikan tempat curhatan apapun itu, yang selalu memberikan solusi kepada penulis ketika penulis dihadapkan dengan suatu masalah yang berat. Terima kasih juga sudah memberi support kepada penulis hingga penulis bisa bertahan sampai di titik ini. Tetap menjadi Indah yang penulis kenal yaa, yang selalu baik ke siapapun itu, walaupun dijahatin tapi masih tetap berbaik hati. Definisi berhati malaikat.
25. Teruntuk NIM 085, terima kasih sudah pernah hadir di kehidupan penulis selama waktu kurang lebih 5 bulan, walaupun Anda datang disaat penulis belum memulai tugas akhir tetapi tetap penulis ucapkan terima kasih karena sudah memberikan cukup banyak pelajaran hidup kepada penulis dalam waktu yang cukup singkat. Terima kasih juga penulis ucapkan karena telah mau menjadi tempat keluh kesah penulis sekaligus memberikan saran dan solusi ketika penulis banyak menghadapi masalah ketika masa perkuliahan baik itu di bidang akademik maupun non akademik. Maaf jikalau penulis ada berbuat kesalahan dan menyakitkan hati Anda selama Anda mengenal penulis. Tetap menjadi orang baik yang pernah penulis kenal yaa, jangan pernah sesekali membuat orang sakit hati. Jikalau ada hal penting dan mendesak yang perlu dipertanyakan kepada penulis silahkan tanyakan saja, jangan pernah sungkan. Mari tetap berteman seperti ini saja yaa selamanya, semoga tidak pernah ada lagi permasalahan apapun diantara kita, Tetap semangat yaa, apapun rintangannya harus tetap dijalani, perjuanganmu di masa perkuliahan tinggal sedikit lagi.
26. PaNaRoMa (Paul, Nabila, Rony, Salma) Idol, terima kasih karena sudah menghibur penulis ketika penat dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini serta menambah motivasi penulis melalui perjuangan kalian masing-masing.

Demikian skripsi ini penulis persembahkan, sebagai sebuah karya yang diharapkan bermanfaat bagi kita semua. Semoga ilmu, bimbingan, bantuan dan

masukkan yang telah diberikan kepada penulis menjadi ladang pahala yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, penulis mohon maaf dan bersedia menerima kritikan yang membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Indralaya, 26 Januari 2024

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Intan Purwita Sari', written in a cursive style.

Intan Purwita Sari

SUMMARY

EFFECT OF ELECTROLYTES AND SOLVENTS ON PERFORMANCE OF LiSnO₂/LiFePO₄ BATTERY IN LITHIUM ION BATTERY

Intan Purwita Sari : Survised by Dr. Nirwan Syarif, M. Si.

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya
University

xi + 53 pages, 3 tables, 11 pictures, 5 attachments

Research on the effect of electrolytes and solvents on the performance of LiSnO₂/LiFePO₄ battery on lithium ion battery has been conducted. In this research using 2 variations of electrolyte types, namely LiCl and NaNO₃ with the aim of seeing which type of media is best in the movement of lithium ions and varying the solvent with 2 variations, namely H₂O and Dimethyl Sulfoxide (DMSO). This research aims to analyze the characterization results of LiSnO₂/LiFePO₄ electrodes as well as the influence of electrolytes and solvents on the performance of lithium ion battery with LiSnO₂/LiFePO₄ electrodes. LiSnO₂/LiFePO₄ electrode preparation was carried out using *High Energy Milling* (HEM) method and hydrothermal method. The results of electrode characterization using SEM show that LiSnO₂ and LiFePO₄ both have a homogeneous morphology which is regular in shape and has porous particles. XRD characterization of LiSnO₂ anode showed 12 diffraction peaks at 2θ angles of 19.7° ; 26.30° ; 26.79° ; 34.05° ; 38.24° ; 52.07° ; 55.03° ; 62.08° ; 64.90° ; 66.03° ; 78.8° ; and 83.91° with a crystal size of 25,2 nm, while the LiFePO₄ cathode showed four diffraction peaks at 2θ angles of 20.1° ; 23.4° ; 32.02° ; and 64.0° with a crystal size of 1,137 nm. The performance of LiSnO₂/LiFePO₄ batteries is measured using *Cyclic Voltametry* (CV), *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) and galvanostatic charge-discharge methods. The most stable voltammogram curve results in CV measurements of LiSnO₂/LiFePO₄ batteries are in the LiCl + H₂O electrolyte variation due to the anodic and cathodic peaks that overlap which indicates that stability is formed. The best EIS measurement curve results are found in LiSnO₂/LiFePO₄ batteries with NaNO₃ + DMSO electrolyte variations because they produce smaller resistance values. The best galvanostatic stability curve is obtained in LiSnO₂/LiFePO₄ batteries using LiCl + DMSO electrolyte variations, this is because the curve formed is an isosceles triangle which indicates that it has a higher efficiency value.

Keywords : Lithium ion battery, LiSnO₂ , LiFePO₄ , electrolyte

Citations : 57 (2011-2022)

RINGKASAN

PENGARUH ELEKTROLIT DAN PELARUT TERHADAP KINERJA BATERAI $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ PADA BATERAI ION LITIMUM

Intan Purwita Sari : Dibimbing oleh Dr. Nirwan Syarif, M. Si.

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xi + 53 halaman, 3 tabel, 11 gambar, 5 lampiran

Penelitian tentang pengaruh elektrolit dan pelarut terhadap kinerja baterai $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ pada baterai ion litium telah dilakukan. Dalam penelitian ini menggunakan 2 variasi jenis elektrolit yaitu LiCl dan NaNO_3 dengan tujuan untuk melihat jenis media mana yang terbaik dalam pergerakan ion-ion litium serta memvariasikan pelarut dengan 2 variasi yaitu H_2O dan Dimetil Sulfoksida (DMSO). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil karakterisasi elektroda $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ serta pengaruh elektrolit dan pelarut terhadap kinerja baterai ion litium dengan elektroda $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$. Preparasi elektroda $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ dilakukan dengan menggunakan metode *High Energy Milling* (HEM) dan metode hidrotermal. Hasil karakterisasi elektroda menggunakan SEM menunjukkan bahwa LiSnO_2 dan LiFePO_4 sama-sama memiliki morfologi yang homogen yaitu bentuknya beraturan serta memiliki partikel yang berpori. Hasil karakterisasi XRD anoda LiSnO_2 menunjukkan adanya 12 puncak difraksi pada sudut 2θ sebesar $19,7^\circ$; $26,30^\circ$; $26,79^\circ$; $34,05^\circ$; $38,24^\circ$; $52,07^\circ$; $55,03^\circ$; $62,08^\circ$; $64,90^\circ$; $66,03^\circ$; $78,8^\circ$; dan $83,91^\circ$ dengan ukuran kristal sebesar 25,2 nm, sedangkan pada katoda LiFePO_4 menunjukkan adanya 4 puncak difraksi pada sudut 2θ sebesar $20,1^\circ$; $23,4^\circ$; $32,02^\circ$; dan $64,0^\circ$ dengan ukuran kristal sebesar 1,137 nm. Kinerja baterai $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ diukur dengan menggunakan metode *Cyclic Voltametry* (CV), *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) dan galvanostatik pengisian-pengosongan. Hasil kurva voltammogram yang paling stabil pada pengukuran CV dari baterai $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ terdapat pada variasi elektrolit $\text{LiCl} + \text{H}_2\text{O}$ dikarenakan puncak anodik dan katodik yang saling berimpit yang menandakan bahwa terbentuknya kestabilan. Hasil kurva pengukuran EIS terbaik terdapat pada baterai $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ dengan variasi elektrolit $\text{NaNO}_3 + \text{DMSO}$ dikarenakan menghasilkan nilai hambatan yang lebih kecil. Kurva kestabilan galvanostatik yang paling baik didapatkan pada baterai $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ yang menggunakan variasi elektrolit $\text{LiCl} + \text{DMSO}$, hal ini dikarenakan kurva yang terbentuk yaitu segitiga sama kaki yang menandakan mempunyai nilai efisiensi yang semakin tinggi.

Kata kunci : Baterai ion litium, LiSnO_2 , LiFePO_4 , elektrolit

Sitasi : 57 (2011-2022)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY.....	xv
RINGKASAN	xvi
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Baterai	4
2.2 Jenis Baterai	4
2.2.1 Baterai primer	4
2.2.2 Baterai Sekunder	5
2.3 Litium.....	5
2.4 Baterai Lithium-Ion	6
2.5 Komponen Penyusun Baterai Lithium-Ion	7
2.5.1 Elektroda.....	7
2.5.1.1 Anoda.....	8
2.5.1.2 Katoda	8

2.5.2 Elektrolit	9
2.5.3 Separator	9
2.6 Polianilin (PANi).....	10
2.7 Timah Dioksida (SnO ₂).....	10
2.8 Lithium Ferro Phosphate (LiFePO ₄).....	11
2.9 Karakterisasi	12
2.9.1 <i>Scanning Electrone Microscope</i> (SEM).....	12
2.9.2 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	13
2.9.3 <i>Cyclic Voltammetry</i> (CV).....	14
2.9.4 <i>Electrochemical Impedance Spectroscopy</i> (EIS)	15
2.9.5 <i>Galvanostatic Charge-Discharge</i> (GCD)	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat.....	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.2.1 Alat.....	17
3.2.2 Bahan	17
3.3 Prosedur Penelitian	17
3.3.1 Pembuatan Polianilin (PANi).....	17
3.3.2 Pembuatan Elektroda	18
3.3.2.1 Pembuatan Anoda LiSnO ₂	18
3.3.2.2 Pembuatan Katoda LiFePO ₄	18
3.3.3 Karakterisasi Elektroda.....	19
3.3.4 Kinerja Baterai LiSnO ₂ / LiFePO ₄	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Pembuatan Elektroda	21
4.1.1 Pembuatan Anoda LiSnO ₂	21
4.1.2 Pembuatan Katoda LiFePO ₄	22
4.2 Karakterisasi Elektroda.....	23
4.2.1 SEM	23
4.2.2 XRD	23
4.3 Kinerja Baterai LiSnO ₂ / LiFePO ₄	24
4.3.1 <i>Cyclic Voltammetry</i> (CV).....	24

4.3.2 <i>Electrochemical Impedance Spectroscopy</i> (EIS)	27
4.3.3 <i>Galvanostatic Charge-Discharge</i> (GCD)	28
4.3.3.1 Kestabilan Baterai $\text{LiSnO}_2 / \text{LiFePO}_4$ dengan Elektrolit Bervariasi pada Siklus ke 1, 50, 100 dan 200	28
4.3.3.2 Slope Kurva Pengisian dan Pengosongan pada Baterai $\text{LiSnO}_2 / \text{LiFePO}_4$ dengan Elektrolit Bervariasi pada Siklus ke-100	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Skema Kerja Baterai Lithium Ion	7
Gambar 2. Skematik Fungsi Dasar Dan Cara Kerja SEM	12
Gambar 3. Ilustrasi Diffraksi Sinar-X.....	13
Gambar 4. Hasil <i>Milling</i> LiSnO ₂	21
Gambar 5. Padatan PANi-HCl	22
Gambar 6. LiFePO ₄ Murni.....	22
Gambar 7. Morfologi SEM (a) LiSnO ₂ (b) LiFePO ₄ pada perbesaran 30.000x	23
Gambar 8. Hasil XRD Anoda LiSnO ₂ dan Katoda LiFePO ₄	23
Gambar 9. Kurva Voltamogram Baterai LiSnO ₂ /LiFePO ₄ dengan Variasi Elektrolit (a) Elektrolit LiCl + H ₂ O (b) Elektrolit LiCl + DMSO (c) Elektrolit NaNO ₃ + H ₂ O (d) Elektrolit NaNO ₃ + DMSO	25
Gambar 10. Kurva Hasil Pengukuran EIS pada Baterai LiSnO ₂ / LiFePO ₄ dengan Elektrolit (a) LiCl + H ₂ O , (b) LiCl + DMSO , (c) NaNO ₃ + H ₂ O dan (d) NaNO ₃ + DMSO.....	27
Gambar 11. Kurva Kestabilan Baterai LiSnO ₂ / LiFePO ₄ dengan Elektrolit (a) LiCl + H ₂ O , (b) LiCl + DMSO , (c) NaNO ₃ + H ₂ O dan (d) NaNO ₃ + DMSO pada siklus ke 1, 50, 100 dan 200.....	29

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Nilai Puncak Anodik dan Puncak Katodik Baterai $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ dengan Elektrolit Bervariasi	26
Tabel 2. Slope Kurva Pengisian Baterai $\text{LiSnO}_2 / \text{LiFePO}_4$ pada Siklus ke 100.....	29
Tabel 3. Slope Kurva Pengosongan Baterai $\text{LiSnO}_2 / \text{LiFePO}_4$ pada Siklus ke 100.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja	38
Lampiran 2. Hasil Karakterisasi Anoda LiSnO_2 dan Katoda LiFePO_4 Menggunakan SEM pada Perbesaran 30.000 x	41
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi LiSnO_2 dan LiFePO_4 Menggunakan XRD...	42
Lampiran 4. Slope Kurva Pengisian dan Pengosongan pada Baterai $\text{LiSnO}_2 / \text{LiFePO}_4$ dengan Elektrolit Bervariasi pada Siklus ke-100	46
Lampiran 5. Gambar Penelitian	50

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi sampai saat ini sangat dibutuhkan untuk aktivitas manusia, terutama di kegiatan perekonomian, rumah tangga, industri, bisnis dan juga transportasi (Setyono dkk, 2019). Ada banyak jenis energi, salah satunya yaitu energi listrik (Farandika, 2019). Salah satu sumber energi listrik yaitu baterai (Nasution, 2021). Baterai dapat dikatakan suatu sebuah perangkat tempat menyimpan energi yang mampu mengubah energi yaitu energi kimia menjadi energi listrik. Baterai dapat digunakan sebagai sumber energi pada perangkat elektronik (Otong dkk, 2019). Terdapat dua jenis baterai yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, yaitu baterai primer dan baterai sekunder (Nasution, 2021). Baterai primer merupakan jenis baterai yang tidak dapat untuk diisi ulang kembali dan hanya bisa digunakan untuk sekali pakai saja, sedangkan baterai sekunder merupakan jenis baterai yang dapat dipakai berkali-kali karena bisa diisi ulang kembali. Baterai sekunder mempunyai banyak tipe, akan tetapi yang sampai saat ini banyak digunakan yaitu baterai ion litium (Satriady dkk, 2016).

Baterai ion litium banyak terdapat di barang-barang elektronik. Baterai ion litium termasuk salah satu jenis baterai isi ulang yang paling banyak digunakan di peralatan elektronik *portable*. Berdasarkan teori, baterai ion litium adalah baterai yang digerakkan oleh suatu ion litium. Pada proses pengisian baterai, ion akan mengalir melewati elektrolit dari katoda atau elektroda positif menuju ke anoda atau elektroda negatif. Pada proses pemakaian baterai, ion akan mengalir kembali melewati elektrolit dari anoda atau elektroda negatif menuju ke katoda atau elektroda positif (Hardiyani, 2020). Baterai ion litium memiliki kelebihan, yaitu mempunyai stabilitas penyimpanan energi yang sangat baik dimana bisa bertahan dalam kurun atau jangka waktu yang panjang, yaitu 10 tahun bahkan lebih, mempunyai energi densitas dan tidak terdapat memori efek (Pratiwi, 2022).

Terdapat empat komponen penting pada baterai ion litium, diantaranya yaitu anoda, katoda, elektrolit dan separator (Pratiwi, 2022). Salah satu bahan yang saat ini sering digunakan dalam pembuatan anoda berupa timah (Sn). Salah satu senyawa berbasis Sn yang dapat digunakan sebagai anoda yaitu berupa timah

dioksida (SnO_2) (Ayeshamariam *et al.*, 2013). Timah dioksida (SnO_2) banyak digunakan sebagai bahan dalam pengaplikasian yang cukup potensial dalam berbagai bidang seperti fotokatalis, penyimpanan baterai ion litium, gas sensor, dan lain-lain (Arini dkk, 2017). Dalam penelitian ini senyawa berbasis SnO_2 yang digunakan sebagai anoda yaitu berupa LiSnO_2 . Salah satu bahan yang banyak digunakan dalam pembuatan katoda berupa LiFePO_4 dikarenakan bahan ini ramah terhadap lingkungan. LiFePO_4 termasuk logam mineral alami. Bahan ini bersifat tidak reaktif, dapat stabil pada suhu yang tinggi dan juga mempunyai tegangan kerja yang tinggi (Satriady dkk, 2016).

Dalam penelitian ini menggunakan 2 variasi jenis elektrolit yaitu LiCl dan NaNO_3 dengan tujuan untuk melihat jenis media mana yang terbaik dalam pergerakan ion-ion litium (Pratiwi, 2022), serta memvariasikan pelarut dengan 2 variasi yaitu H_2O dan Dimetil Sulfoksida (DMSO), digunakannya pelarut DMSO pada penelitian ini bertujuan untuk menghindari terjadinya dekomposisi yang nantinya akan menyebabkan kinerja baterai menjadi menurun (Syarif *et al.*, 2018). Elektrolit pada baterai ion litium mempunyai 2 fungsi yaitu sebagai pemisah antara katoda dan anoda serta sebagai media untuk transport ion. Pengaruh elektrolit terhadap baterai ion litium dapat dijelaskan melalui beberapa aspek diantaranya yaitu konduktivitas ionik dan pengaruh jumlah elektrolit. Secara umum, konduktivitas ionik dapat dipengaruhi oleh 2 hal, yaitu mobilitas ion-ion dan konsentrasi ion sebagai pembawa muatan. Semakin besar jumlah ion litium yang terdapat dalam membran dengan kondisi mobilitas ion yang sama maka konduktivitasnya akan semakin meningkat (Marfuatun, 2011).

Untuk dapat melihat karakteristik dari masing-masing elektroda perlu dilakukan uji SEM dan XRD. *Scanning Electron Microscopy* (SEM) adalah sejenis mikroskop yang menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya dengan tujuan untuk dapat melihat benda dengan resolusi tinggi (Mahmuda, 2018). XRD mempunyai prinsip dasar yaitu mendifraksi suatu cahaya melalui celah kristal (Hakim dkk, 2019). Tujuan dari karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD) yaitu untuk menentukan struktur kristal yang berasal dari suatu padatan (Arganata dan Murwani, 2017). Untuk dapat menganalisis kinerja suatu baterai perlu dilakukan beberapa pengukuran diantaranya seperti *Cyclic Voltametry* (CV), *Electrochemical*

Impedance Spectroscopy (EIS) dan *Galvanostatic Charge-Discharge*. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hasil karakterisasi LiSnO_2 dan LiFePO_4 menggunakan SEM dan XRD serta menganalisis hasil pengaruh elektrolit dan pelarut terhadap kinerja baterai ion litium dengan elektroda $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ menggunakan metode *Cyclic Voltametry* (CV), *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) dan galvanostatik pengisian-pengosongan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakterisasi elektroda LiSnO_2 dan LiFePO_4 menggunakan SEM dan XRD?
2. Bagaimana pengaruh elektrolit dan pelarut terhadap kinerja baterai ion litium dengan elektroda $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ menggunakan metode *Cyclic Voltametry* (CV), *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) dan galvanostatic pengisian-pengosongan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis hasil karakterisasi elektroda LiSnO_2 dan LiFePO_4 menggunakan SEM dan XRD.
2. Menganalisis hasil pengaruh elektrolit dan pelarut terhadap kinerja baterai ion litium dengan elektroda $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$ menggunakan metode *Cyclic Voltametry* (CV), *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) dan galvanostatik pengisian-pengosongan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang seberapa pengaruhnya jenis elektrolit dan pelarut yang digunakan pada baterai ion litium dengan elektroda $\text{LiSnO}_2/\text{LiFePO}_4$.

DAFTAR PUSTAKA

- 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*. 6(2): 95-99.
- Aflahannisa dan Astuti. 2016. Sintesis Nanokomposit Karbon-TiO₂ Sebagai Anoda Baterai Lithium. *Jurnal Fisika Unand*. 5(4): 357-363.
- Antika, I. F. dan 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.
- Arganata, M. I. dan Murwani, I. K. 2017. Pergeseran 2θ pada Pola Difraksi Sinar-X Mg_{1-x}Ni_xF_{1,985}(OH)_{0,015} Akibat Variasi x. *Jurnal Sains dan Seni POM ITS*. 6(2): 29-31.
- Arini, T., Lalasari, L. H., Setiawan, I., Andriyah, L., Natasha, N. C., Yunita, F. E. dan Suharyanto, A. 2022. Struktur Kristal dan Morfologi Permukaan Sintesis SnO₂ Menggunakan Metode Sol-Gel. *Rekayasa Mesin*. 13(2): 427-433.
- Aspi., Malino, M. B. dan Lapanporo, B. P. 2013. Analisis Data Spektrum Spektroskopi FT-IR untuk Menentukan Tingkat Oksidasi Polianilin. *Prisma Fisika*. 1(2): 92-96.
- Ayeshamariam, A., Vidhya, V. S., Sivaranjani, S., Bououdina, M., Samy, R. P. and Jayachandran, M. 2013. Synthesis and Characterizations of SnO₂ Nanoparticles. *Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics*. 8(1): 1-8.
- Azam, M. A., Radzi, M. I., Mupit, M., Osman, H., Munawar, R. F., Samat, K. F., Suan, M. S. M., Isomura, K. and Islam, M. R. 2020. Cyclic Voltammetry and Galvanostatic Charge-Discharge Analyses of Polyaniline/Graphene Oxide Nanocomposite based Supercapacitor. *Malaysian Journal on Composites Science and Manufacturing*. 3(1): 14-26.
- Bala, H., Kukula, I., Giza, K., Marciniak, B., Sokolowska, E. R. and Drulis, H. 2012. Evaluation of Electrochemical Hydrogenation and Corrosion Behavior of LaNi₅-Based Materials Using Galvanostatic Charge/Discharge Measurements. *International Journal of Hydrogen Energy*. 37(1): 16817-16822.
- Bredar, A. R. C., Chown, A. L., Burton, A. R. and Farnum, B. H. 2020. Electrochemical Impedance Spectroscopy of Metal Oxide Electrodes for Energy Application. *Applied Energy Materials*. 3(1): 66-98.
- Choudhury, S. P., Gunjal, S. D., Kumari, N., Diwate, K. D., Mohite, K. C. and Bhattacharjee, A. 2016. Facile Synthesis of SnO₂ Thin Film by Spray Pyrolysis Technique and Investigation of The Structural, Optical and Electrical Properties. *Materials Today: Proceedings*. 3(1): 1609-1619.
- Deswita. dan Gunawan, I. 2016. Karakterisasi LiFePO₄ dan LiMnO₂ Sebagai Bahan Katoda Baterai Li-Ion. *Prosiding Seminar Nasional XIX "Kimia*

dalam Pembangunan". 69-74.

- Elgrishi, N., Rountree, K. J., McCarthy, B. D., Rountree, E. S., Eisenhart, T. T. and Dempsey, J. L. 2018. A Practical Beginner's Guide to Cyclic voltammetry. *Journal of Chemical Education*. 95(1): 197-206.
- Evelyna, A., Prakusya, N., Ariswari, A. N., Suprana, D. J. D. dan Purwasasmita, B. S. 2019. Sintesis dan Karakterisasi Nanoselulosa Berbahan Serat Nanas sebagai Komponen Penguat Material Kedokteran Gigi. *Jurnal Material Kedokteran Gigi*. 8(2): 60-64.
- Fadli, A. L. 2018. Sintesis dan Karakterisas Nanomaterial Carbon-Dot, Carbon-Dot/Sulfur, Carbon-Dot/ Silver Nanoparticle Berbahan Dasar Buah Namnam (*Cynometra cauliflora* L) dengan Metode Penggorengan Berbasis Minyak. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Farandika, B. M. 2019. Analisis Perbandingan Tingkat Kepuasan Konsumen Listrik Prabayar dan Listrik Pascabayar PT. PLN (Persero). *Skripsi*. Jember: Universitas Muhammadiyah Jember.
- Fernandez, C. P., Uddin, K., Chouchelamane, G. H., Widanage, W. D. and Marco, J. 2017. A Comparison between Electrochemical Impedance Spectroscopy and Incremental Capacity-Differential Voltage as Li-ion Diagnostic Techniques to Identify and Quantify the Effects of Degradation Modes within Battery Management Systems. *Journal of Power Sources*. 360(1): 301-318.
- Fikrie, A. 2018. Analysis Effect of Composition Hexamethylenetetramine on Electrochemical Performance of Fe_2O_3 as Anode for Lithium Ion Batteries. *Tesis*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Gannon, W. J. F. and Dunnill, C. W. 2020. Apparent Disagreement Between Cyclic Voltammetry and Electrochemical Impedance Spectroscopy Explained by Time-Domain Simulation of Constant Phase Elements. *International Journal of Hydrogen Energy*. 45(43): 22383-22393.
- Hakim, L., Dirgantara, M. dan Nawir, M. 2019. Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (X-RD) Di Kota Palangkaraya. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*. 1(1): 44-51.
- Handaja, S., Susanto, H. and Hermawan. 2021. Electrical Conductivity of Carbon Electrodes by Mixing Carbon Rod and Electrolyte Paste of Spent Battery. *International Journal of Renewable Energy Development (IJRED)*. 10(2): 221-227.
- Harahap, M. R. 2016. Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *Circuit*. 2(1): 177-180.
- Hardiyani, S. 2020. Preparasi Karbon Dots dari Binchotan Kayu Pelawan (*Tristaniopsis merguensis*) dann Aplikasinya pada Baterai Ion Lithium. *Skripsi*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Hayati, S., Kurniasih, Y. dan Ahmadi. 2020. Pengaruh Jenis Bahan Elektroda

- Terhadap Efisiensi Elektrodeposisi Perak dari Limbah Fotorontgen. *Prosiding Seminar Nasional Kimia (SNK)*. 1(1): 210-215.
- Hidyat, S., Leonardo, C., Kartawidjaja, M., Alamsyah, W. dan Rahayu, I. 2016. Sintesis Polianilin dan Karakteristik Kinerjanya Sebagai Anoda pada Sistem Baterai Asam Sulfat. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*. 6(1): 20-26.
- Ingried, V. F. 2020. Preparasi Karbon Berbasis Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Sebagai Anoda dan Aplikasinya pada Kinerja Baterai LiTiO₂-Ion. *Tesis*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Joharwan, J. W. 2017. Produksi Nanopartikel Arang Bambu Wulung Menggunakan High Energy Milling Model Shaker Mill. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Joshi, P. S. and Sutrave, D. S. 2018. A Brief Study of Cyclic Voltammetry and Electrochemical Analysis. *International Journal of ChemTech Research*. 11(09): 77-88.
- Juharni. 2016. Karakteristik Pasir Besi di Pantai Marina Kabupaten Bantaeng. *Skripsi*. Makassar: UIN Alauddin Makassar.
- Licht, F., Davis, M. A. and Andreas, H. A. 2020. Charge Redistribution and Electrode History Impact Galvanostatic Charging/Discharging and Associated Figures of Merit. *Journal of Power Sources*. 446(1): 1-10.
- Lukács, Z. and Kristóf, T. 2020. A generalized model of the equivalent circuits in the electrochemical impedance spectroscopy. *Electrochimica Acta*. 363(1): 1-11.
- Magar, H. S., Hassan, R. Y. A. and Mulchandani, A. 2021. Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS): Principles, Construction, and Biosensing Applications. *Journal of Sensors*. 21(19): 1-21.
- Mahmuda, A. M. 2018. Preparasi Karbon Berpori dari Tumbuhan Apu-Apu (*Pistia sratiotes*) dan Aplikasi Sebagai Elektroda Anoda Baterai Lithium. *Skripsi*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Marfuatun. 2011. Membran Elektrolit untuk Aplikasi Baterai Ion Lithium. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. 1(1): 183-188.
- Mustari., Evi., Noor, A., Rafsanjani, R. A. dan Triandho, Y. 2019. Green-Synthesis Nanopartikel SnO₂ Termediasi Ekstrak Daun Pelawan (*Tristaniopsis merguensis Griff.*). *Jurnal EduMatSains*. 4(1): 41-50.
- Nasution, M. 2021. Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. *Journal of Electrical Technology*. 6(1): 35-40.
- Natasha, N. C., Lalasari, L. H. Rohmah, M. dan Sudarsono, J. W. 2018. Ekstraksi Litium dari β -Spodumen Hasil Dekomposisi Batuan Sekismika Indonesia Menggunakan Aditif Natrium Sulfat. *Jurnal Metalurgi*. 2(1): 69-78.
- Nurdandi, D., Kurniawan, W. B. dan Aldila, H. 2022. Sintesis dan Karakterisasi

- Elektroda Komposit Karbon-Kitosan Berbasis Karbon Biomassa yang Diaktivasi Menggunakan Metode Microwave. *Jurnal Riset Fisika Indonesia*. 2(2): 17-25.
- Otong, M., Aribowo, D. dan Wahyudi, R. 2019. Perancangan Modular Baterai Lithium Ion (Li-Ion) Untuk Beban Lampu LED. *Jurnal Ilmiah Setrum*. 8(2): 260-273.
- Perdana, F. A. 2020. Baterai Lithium. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*. 9(2): 103-109.
- Pratiwi, E. D. 2022. Pengaruh Variasi *Binder*, Elektrolit dan Pemakaian Emulsi Terhadap Kinerja Baterai Litium Ion Berbasis Batang Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*). *Tesis*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Pratiwi, R. A. 2022. Karakterisasi Performa Sel Penuh Baterai Ion Lithium dengan $\text{Na}_2\text{Li}_2\text{Ti}_6\text{O}_{14}$ Sebagai Anoda dan $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ Sebagai Katoda. *Skripsi*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Rahmah, D. D., Rohendi, D., Syarif, N., Rachmat, A., Sya'baniah, N. F. and Yulianti, D. H. 2021. Characterization of Electrode with $\text{Cu}_2\text{O-ZnO/C}$ and Pt-Ru/C Catalyst for Electrochemical Reduction CO_2 to CH_3OH . *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*. 6(1): 8-13.
- Rohendi, D., Syarif, N., Rachmat, A., Mersitarini, D., Ardiyanta, D., Erliana, R. R. W. H., Mahendra, I., Sya'baniah, N. F., Yulianti, D. H., Amelia, I. and Reo, M. A. R. 2022. Effect of Milling Time and PCA on Electrode Properties of $\text{Cu}_2\text{O-ZnO/C}$ Catalyst Alloy used on Electrochemical Reduction Method of CO_2 . *International Journal of Integrated Engineering*. 14(2): 186-192.
- Satriady, A., Alamsyah, W., Saad, A. H. dan Hidayat, S. 2016. Pengaruh Luas Elektroda Terhadap Karakteristik Baterai LiFePO_4 . *Jurnal Material dan Energi Indonesia*. 6(2): 43-48.
- Setyono, J. S., Mardiansjah, F. H. dan Astuti, F. H. 2019. Potensi Pengembangan Energi Baru dan Energi Terbarukan di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*. 13(2): 177-186.
- Siregar, M. Y., Lalasari, L. H., Oediyani, S., Irawan, J., Andriyah, L., Arini, T. dan Firdiyono, F. 2019. Investigasi Model Isoterm Adsorpsi Litium dari *Brine Water*-Bogor Menggunakan Adsorben Hydrous Manganese Oxide (HMO) dengan Variasi Dosis Adsorben dan Waktu Adsorpsi. *Jurnal Metalurgi*. 3(1): 141-150.
- Susmita, R. dan Muttaqin, A. 2013. Analisis Sifat Listrik Komposit Polianilin (PANi) Terhadap Penambahan *Bottom Ash* Sebagai Elektroda Superkapasitor. *Jurnal Fisika Unand*. 2(2): 107-113.
- Syarif, N. 2014. Performance of Biocarbon Based Electrodes for Electrochemical Capacitor. *Energy Procedia*. 52(1): 18-25.
- Syarif, N., Rohendi, D., Wulamdhari. and Kurniawan, I. 2018. Optimization of Biomass-Based Electrochemical Capacitor Performance. *The 3rd*

- International Seminar on Chemistry*. 1(1): 1-6.
- Trisnayanti, N. P. 2020. Metode Sintesis Nanopartikel. *Artikel*. 1(1): 1-13.
- Wahyuni, W. T., Darusman, L. K. dan Herliani, D. 2017. Fabrication and Analytical Performance Evaluation of Carbon Paste Electrode Using Cyclic Voltammetry. *Analytical and Environmental Chemistry*. 2(2): 12-25.
- Widayanti, N. dan Putri, N. P. 2018. Sintesis Polianilin dengan Metode Interfasial Menggunakan Variasi Larutan dalam Fasa Organik. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*. 7(2): 71-73.
- Wulandari, R., Aritonang, H. F. dan Wuntu, A. D. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel. *Chem. Prog.* 10(2): 46-49.
- Ying, H. and Han, W. Q. 2017. Metallic Sn-Based Anode Materials: Application in High-Performance Lithium-Ion and Sodium-Ion Batteries. *Advance Science*. 1(1): 1-21.
- Yuliati, Y. B., Lubis, R. A., Noviyanti, A. R. dan Kurniatin, N. 2017. Film Tipis Timah (II) Oksida Sebagai Sensor Karbon Monoksida. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPKim)*. 9(1): 254-258.
- Zhang, W. J. 2011. Structure and Performance of LiFePO_4 Cathode Materials: A Review. *Journal of Power Sources*. 196(1): 2962-2970.