

**PREPARASI KARBON BERPORI DARI TUMBUHAN APU-APU (*PISTIA
SRATIOTES*) DAN APLIKASI SEBAGAI ELEKTRODA ANODA
BATERAI LITHIUM**

SKRIPSI

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



**AHMAD MAQOM MAHMUDA
08031381320011**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PREPARASI KARBON DARI TUMBUHAN APU-APU (*PISTIA STRATIOTES*) DAN APLIKASI SEBAGAI ELEKTRODA BATERAI LITHIUM

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

Oleh :

AHMAD MAQOM MAHMUDA

08031381320011

Indralaya, Oktober 2018

Pembimbing I



**Dr. Nirwan Syarif, M.Si.
NIP. 197010011999031003**

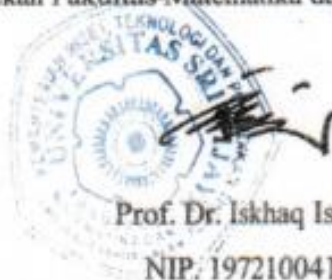
Pembimbing II



**Fahma Riyanti, M.Si.
NIP. 197204082000032001**

Mengetahui

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M. Sc
NIP. 197210041997021001**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul **“Preparasi Karbon Berpori dari Tumbuhan Apu-Apu (*Pistia Stratiotes*) dan Aplikasi Sebagai Elektroda Baterai Lithium”** yang telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya Indralaya pada tanggal 01 Oktober 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta sesuai masukan yang diberikan.

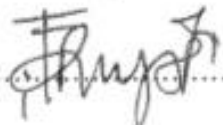
Indralaya, Oktober 2018

Pembimbing,

1. Dr. Nirwan Syarif, M.Si.
NIP. 197010011999031003

(.....)

2. Fahma Riyanti, M.Si.
NIP. 197204082000032001

(.....)

Penguji,

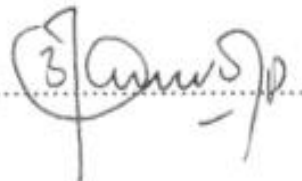
1. Zainal Fanani, M.Si
NIP. 196708211995121001

(.....)

2. Dra. Fatma, M.S.
NIP. 196207131991022001

(.....)

3. Dr. Eliza, M.Si
NIP. 196407291991022001

(.....)

Indralaya, Oktober 2018

Mengetahui,

Dekan FMIPA


Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M. Sc
NIP. 197210041997021001


Ketua Jurusan Kimia
Dr. Dedi Rohendi, M.T.
NIP. 196704191993031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa : Ahmad Maqom Mahmuda

Nim : 08031381320011

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan 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 nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pertanyaan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, Oktober 2018

Penulis



Ahmad Maqom Mahmuda

NIM.08031381320011

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

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

Nama Mahasiswa : Ahmad Maqom Mahmuda

Nim : 08031381320011

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: "Preparasi Karbon Berpori Dari Tumbuhan Apu-Apu (*Pistia Sratites*) Dan Aplikasi Sebagai Elektroda Anoda Baterai Lithium". Dengan hak bebas royalti non-eksklusife 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/penciptaan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Inderalaya, Oktober 2018

Yang menyatakan,



Ahmad Maqom Mahmuda

Nim.08031381320011

MOTTO

If you don't give up, you still have a chance. And when you are small, you have to be very focused and rely on your brain, not your strength" (Jack Ma, CEO of Alibaba)

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum wr.wb

Puji dan syukur khadirat Allah SWT yang telah memberi Rahmat dan karunia-Nya serta shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW atas tuntunan dan risalahnya sehingga penulis dapat dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : preparasi karbon dari tumbuhan apu-apu (*Pistia Stratiotes*) dan aplikasi sebagai elektroda baterai lithium. Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains bidang studi kimia.

Dalam menyusun skripsi ini penulis banyak memperoleh bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik berupa moril maupun material. Untuk itu saya menghaturkan terimakasih serta rasa hormat saya kepada kedua pembimbing saya bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si dan ibu Fahma Riyanti, M.Si yang telah memberikan ilmu, saran serta membimbing dalam pembuatan skripsi ini dengan penuh kesabaran, serta ikhlas meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran sehingga skripsi ini terselesaikan. Pada penulisan skripsi ini penulis juga mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Almunadi T. Panagan selaku dosen pembimbing akademik.
3. Bapak Zainal Fanani, M.Si selaku dosen pembahas dari bidang konsentrasi kimia fisika. Terima kasih telah membantu menyelesaikan proses seminar dan menmberikan masukan - masukan agar saya dapat memperbaiki kekurangan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Eliza M.Si, selaku dosen pembahas dari bidang kimia organik.
5. Ibu Fatma M.S. selaku dosen pembahas dari bidang kimia analisa.
6. Staf Pengajar di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya Kakak- kakak Novi Amd, Roni, dan Kosiin yang banyak membantu dalam hal administrasi.
7. Bapak dan Umi (Ir. Samsul bahri dan Nuril Apriza Muldini S.Psi, M.M.) sebagai orang tua yang terbaik. Orang tua yang super sibuk bekerja tapi tetap bisa mengasihi dan mengayomi saya sehingga saya dapat menyelesaikan perkuliahan seperti sekarang ini.

8. Keluarga Besar Bapak dan Umi yang selalu memberi dukungan dan doa
9. Putri Triyayu Agustiani Wijaya S.Si, terima kasih atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan, juga sebagai teman pergi kemana – mana mencari arah yang cerah menuju pintu kesuksesan.
10. Teman – Teman Seperjuangan Terakhir (Riyanti , Rifaldo Atma Negara, Fachrijal Rachman Yunas S.Si, Muhammad Syaifullah S.Si, Novanda Vandini, Wilia hasanah, Zana Masyara S.Si, Rahmatika, Ulin Nadia, Niko Erlangga, Ririn Afriani S.Si), terima kasih teman yang saling membantu sebagai pemburu tanda tangan dosen.
11. Teman – Teman PUR Squad (Siti Fatimah S.Si, Nyimas Febrika S.Si, Retno Wulandari, S.Si, Marini Tri Utami, S.Si, Meilyza Yulianingsih, S.Si, Yuni Marcelina, S.Si, Claudia Kartikas Sari Dewi, S.Si, Lucia Meilina, S.Si, Hengki Nughara, dan Rio Aldo Syahputra), terima kasih telah menjadi bagian keluarga dalam pengerjaan skripsi ini.
12. Bia Mangku Dilaga sebagai seorang sahabat, musuh, dan teman motivasi untuk selalu berpikir maju dan sukses bersama.
13. Teman teman kimia angkatan 2013 yang tidak bisa disebut satu persatu.
14. Adik-adik angkatan 2014, 2015, 2016 yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan perkuliahan ini.
15. Keluarga besar fmipa jurusan kimia universitas sriwijaya.

Semoga Allah SWT. memberikan taufiq dan hidayah-Nya kepada mereka yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Akhirnya saya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin ya rabbal'alam.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Indralaya, Oktober 2018

Penulis

SUMMARY

PREPARATION OF CARBON APU - APU (*PISTIA STRATIOTES*) AND APPLICATIONS AS LITHIUM BATTERY ELECTRODES

Ahmad Maqom Mahmuda, Supervised by Dr. Nirwan Syarif, M,Si and Fahma Riyanti, M.Si. Chemistry Department, Faculty Mathematics and Natural Science, Sriwijaya University.

xi+47 Pages, 5 Tables, 8 Figures, 4 Appendices.

Research on porous carbon preparation from apu-apu (*Pistia Stratiotes*) plants and applications as lithium battery electrodes has been carried out. Batteries made from apu-apu oil (*Pistia Stratiotes*) activated carbon. Activated carbon was prepared from pistia stratiotes by hydrothermal process for 16 hours and grilled with microwave oven at a temperature of 800 ° C. SEM analysis of the anode-apu electrode shows a micrograph that has a cavity measuring 837 nm and a pore size of 261 - 485 nm. The results of XRD diffraction analysis of apu-apu carbon (*Pistia Stratiotes*) showed diffraction peaks, the diffractogram needed to be compared with several diffractogram standards. The carbon peak at $2\theta = 26.86^\circ$. The peak in polyaniline $2\theta = 38.82^\circ$, 41.12° , 55.08° , 65.3° , peak $2\theta = 28.73^\circ$ is Silica mixed with KCl and peak $2\theta = 44.97^\circ$ 78.43° is the peak of aluminum. The filling speed slope is between 0.9983 to 0.9995, while the discharge speed is 0.9962 to 0.9997. Thus the average filling speed is relatively the same as the average discharge speed. The power of the battery ranges between 0.02-0.03 W, while energy is given between 20.95-31.69 Wh. Proper measurement results of 30% concentration of lithium sulfate electrolyte in liquid media have the best stability.

Keyword : *Pistia Stratiotes*, Anode of Carbon, Lithium Chloride dan Lithium Sulfate, Galvanostatic Charge- Discharge

Citation : 48 (2001-2018)

RINGKASAN

PREPARASI KARBON BERPORI DARI TUMBUHAN APU - APU (*PISTIA STRATIOTES*) DAN APLIKASI SEBAGAI ELEKTRODA BATERAI LITHIUM

Ahmad Maqom Mahmuda, Dibimbing oleh Dr. Nirwan Syarif, M,Si dan Fahma Riyanti, M.Si. Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

xi+47 halaman, 5 tabel, 8 gambar, 4 lampiran

Telah dilakukan penelitian tentang preparasi karbon berpori dari tumbuhan apu - apu (*Pistia Stratiotes*) dan aplikasi sebagai elektroda baterai lithium. Baterai dibuat dengan elektroda karbon dari karbon aktif tumbuhan apu-apu (*Pistia Straitotes*). Karbon aktif dipreparasi dari tumbuhan apu-apu (*Pistia Stratiotes*) dengan proses hidrotermal selama 16 jam dan diabakar dengan oven gelombang mikro pada suhu 800°C. Hasil analisa SEM elektroda anoda apu-apu menunjukkan mikrogram yang memiliki rongga berukuran 837 nm dan pori berukuran 261 – 485 nm. Hasil analisa difraksi XRD dari karbon apu - apu (*Pistia Stratiotes*) menunjukkan puncak difraksi, difraktogram tersebut perlu dibandingkan dengan beberapa difraktogram standar. Puncak karbon pada $2\theta = 26.86^\circ$. Puncak pada polianilin $2\theta = 38.82^\circ, 41.12^\circ, 55.08^\circ, 65.3^\circ$, puncak $2\theta = 28.73^\circ$ adalah Silika bercampur KCl dan puncak $2\theta = 44.97^\circ, 78.43^\circ$ merupakan puncak dari aluminium. Slope kecepatan pengisian berkisar antara 0,9983 sampai 0,9995, sedangkan kecepatan pengosongan adalah 0,9962 sampai 0,9997. Dengan demikian rata – rata kecepatan pengisian relatif sama dibandingkan rata – rata kecepatan pengosongan. Daya dari baterai berkisar antara 0,02-0.03 W, sedangkan energi berkisar antara 20,95-31,69 Wh. Hasil pengukuran secara galvanostatis pada elektrolit litium sulfat media cair konsentrasi 30% memiliki kestabilan yang terbaik.

Kata Kunci : *Pistia Stratiotes*, Anoda Karbon , Lithium Klorida dan Litium Sulfat, Galvanostatik Pengisian – Pengosongan.

Kutipan : 48 (2001-2018)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
SUMMARY.....	v
RINGKASAN.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tumbuhan Apu-Apu	4
2.2 Karbon	5
2.3 Karbonisasi	6
2.4 Pemanasan Gelombang Mikro.....	7
2.5 Polianilin (PANi)	8
2.6 Grafit	9
2.7 Baterai	10
2.7.1 Baterai Primer	10
2.7.2 Baterai Sekunder	11
2.7.3 Baterai Lithium	11
2.8 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	12
2.9 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	13
2.10 Galvanostatis Pengisian - Pengosongan (GPP)	14

2.11 <i>Digital Storage Oscilloscope (DSO)</i>	14
2.12 Metode <i>Least Square</i>	15
2.13 Analisis Citra ImageJ	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Prosedur Penelitian	16
3.3.1 Pembuatan Karbon dari Tumbuhan Apu-Apu	16
3.3.2 Preparasi PANi	17
3.3.3 Pembuatan Anoda dari Karbon Apu – Apu	17
3.3.3 Karakterisasi Morfologi dan Kristalografi Anoda Dengan Metode SEM dan XRD	18
3.3.4 Pembuatan Baterai	18
3.3.5 Pengujian Kinerja Dengan Metode Galvanostatis Pengisian – Pengosongan (GPP)	19
3.3.6 Analisis Data	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Karbon untuk Anoda dari Tumbuhan Apu – Apu	22
4.2 Karakterisasi Morfologi dan Kristalografi Karbon	23
4.2.1 Karakterisasi dengan SEM	23
4.2.2 Karakterisasi dengan <i>X-Ray Diffraction</i>	24
4.3 Pengujian Kinerja dari Baterai	25
4.3.1 Pengukuran Galvanostatis Pengisian – Pengosongan	25
4.3.2 Perhitungan Daya dan Energi Baterai	28
BAB 5 KESIMPULAN	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tumbuhan Apu – Apu.....	4
Gambar 2. Struktur Grafit.....	9
Gambar 3. Contoh Hasil SEM perbesaran (a) 300x dan 20.000x	12
Gambar 4. Skema Rangkaian Alat pada Pengukuran Pengisian – Pengosongan Galvanostatis	19
Gambar 5. Preparasi Karbon Apu – Apu	22
Gambar 6. Citra SEM	23
Gambar 7. Grafik Difraktogram Elektroda Karbon Apu – Apu	24
Gambar 8. Grafik pengukuran Galvanostatis Pengisian – Pengosongan untuk Baterai dengan Elektrolit.....	26

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sifat Fisik Grafit.....	9
Tabel 2. Analisa Data Energi dan Daya.....	21
Tabel 3. Referensi Pengukuran XRD dari Material Penyusun Elektroda.....	24
Tabel 4. Perhitungan Galvanostatis Pengisian – Pengosongan.....	27
Tabel 5. Perhitungan Daya dan Energi Baterai.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Analisis XRD Elektroda Karbon Apu – Apu.....	33
Lampiran 2. Data Galvanostatis Pengisian dan Pengosongan Baterai Tumpuhan Apu – Apu.....	37
Lampiran 3. Nilai Slope Perhitungan Pengisian dan Pengosongan Baterai Litium dengan Media Cair dan Padat menggunakan Elektrolit LiCl dan Li ₂ SO ₄ konstentrasi 10 %, 20%, 30%.....	46
Lampiran 4. Gambar Penelitian.....	47

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Baterai adalah sel elektrokimia yang terdiri dari sepasang elektroda (katoda-anoda) dan elektrolit, sel ini berfungsi sebagai sumber energi listrik yang diperoleh sebagai hasil konversi energi kimia melalui reaksi redoks (reduksi dan Oksidasi). Reaksi reduksi berlangsung pada katoda dan reaksi oksidasi berlangsung pada anoda. Seiring dengan reaksi redoks tersebut, dalam sel baterai terjadi proses difusi ion dalam larutan dari katoda ke anoda, dan pada rangkaian luar terjadi transfer elektron dari anoda ke katoda. Elektroda menjadi salah satu komponen penting baterai (Hidyat, 2012).

Baterai lithium merupakan jenis baterai isi ulang yang paling populer untuk peralatan elektronik portabel, karena memiliki kegelan energi yang terbaik dan tidak berkurang saat tidak digunakan. Selain digunakan pada peralatan elektronik juga dapat digunakan oleh industri militer dan kendaraan listrik (Afif dan Ilham, 2015).

Baterai lithium memiliki katoda dan anoda untuk mengalir arus. Pada bagian katoda baterai lithium banyak menggunakan *lithium cobalt oxide* (LiCoO_2), dan *lithium iron phospate* (LiFePO_4) sebagai material dasar, sedangkan pada bagian anoda digunakan material karbon. Karbon dapat diperoleh dari hampir semua bahan alam yang mengandung karbon, baik dari tumbuhan, hewan, bahan tambang maupun bahan dari limbah industri seperti kayu, tulang, batu bara, tempurung kelapa, sekam, ampas tebu dan lain-lain (Satriady *et al*, 2016).

Tumbuhan apu-apu merupakan salah satu jenis tumbuhan air mengapung yang dapat dijadikan bahan dasar pembuatan karbon. Tumbuhan apu-apu memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang merusak lingkungan perairan. Kecepatan pertumbuhan dari tumbuhan apu-apu disebabkan karena kaya akan karbon, nitrogen, fosfat, dan potassium. Komposisi kimia tanaman apu-apu terdiri dari 3,50% lignin, 48,70%

hemiselulosa, 18,20 % selulosa, dan protein kasar 13,30%. Dengan komposisi tersebut, tumbuhan ini dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif serta diharapkan memiliki kapasitas penyimpanan energi yang besar dan rapat daya yang tinggi (Sebayang, 2010).

Pembuatan karbon aktif dari tumbuhan apu-apu pernah dilaporkan sebelumnya oleh Eka (2017), diperoleh bahwa impedansi sebesar 80-120 Ω dengan kapasitas 0,4013 F. Selain itu, Eka menambahkan dalam karbon apu-apu tersebut terdapat kandungan silika yang dihasilkan dapat meningkatkan kinerja baterai lithium serta kapasitas penyimpanan dan meningkatkan siklus penggunaan jangka panjang (Syarif, 2018).

Pada penelitian ini, pembuatan baterai lithium menggunakan anoda yang bermaterial dasar dari tumbuhan apu-apu ini dan katoda bermaterial dari *lithium ion phosphate* (LiFePO_4) Setelah itu anoda yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan SEM dan XRD kemudian diuji kinerja anodanya dengan metode galvanostatis pengisian-pengosongan muatan untuk diaplikasikan ke baterai lithium.

1.2. Rumusan Masalah

Pembuatan karbon dari tumbuhan apu-apu pernah diteliti sebelumnya oleh Eka (2018) yang memiliki impedansi cukup besar 80-20 Ω dengan kapasitas 0,4013, namun belum pernah diaplikasikan untuk baterai lithium. Oleh karena itu, pada penelitian ini karbon apu-apu dijadikan sebagai anoda dari baterai lithium kemudian kinerja anodanya diuji dengan menggunakan metode galvanostatis pengisian-pengosongan muatan dan diaplikasikan ke baterai lithium.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Membuat anoda dari karbon tumbuhan apu-apu dan mengkarakterisasi anoda dengan instrumen SEM dan XRD untuk mengetahui morfologi dan kristalografi.
2. Menguji kinerja dari baterai dengan menggunakan anoda tumbuhan apu-apu dengan metode galvanostatis pengisian – pengosongan muatan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini, tumbuhan apu-apu dapat dijadikan elektroda anoda untuk baterai lithium sehingga dapat diharapkan sebagai alat penyimpanan energi yang ramah lingkungan.

Daftar Pustaka

- Afif, M.T. & Ilham, A.P.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.
- Anggraeni, N. D. 2008. *Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetik Menjadi Hematik*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional: Bandung.
- Ariyani, A. 2011. Pembuatan Komposit Magnet Oksida Besi-Karbon Aktif Sebagai Adsorben Cs dan Sr, *Tesis*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Departemen Kimia. Institut Pertanian Bogor :Bogor.
- Artadi, A. 2007. Penggunaan Grafit Batu Baterai Sebagai Alternatif Elektroda Spektrografi Emisi, *JFN*. 1(2).
- Bismark, M. Endro, S. & N. M. Heriyanto. 2008. Keragaman dan Potensi Jenis serta Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Sungai Subelen Sirebut Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 5(3).
- Boeva. Zh., A. & V. G. Sergeyev. 2014. Polyaniline: Synthesis, Properties, and Application. *Polymer Science, Ser. C*. 56(1): 144–153.
- Collins, T., J. 2007. ImageJ for microscopy. *BioTechniques*, volume 43, pp. 25-30.
- Damayanti, A., Hermana, A. & Masduqi. 2004. Analisis Resiko Lingkungan dari Pengolahan Limbah Pabrik Tahu dengan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.). *J. Purifi kasi* 5(4):151-156.
- Darminto. 2012. Elektropolimerisasi Film Polianilin Dengan Metode Galvanostatik dan Pengukuran Laju Pertumbuhannya. *ITS*. 1(5).
- Destyorini, F., Andi, S., Achmad, S. & Nanik,I. 2010. Pengaruh suhu karbonisasi terhadap struktur dan konduktivitas listrik arang serabut kelapa. *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*. 10(2).
- Firdaus M., Sri, H. 2013. Pengaruh Waktu Pelindian dengan NaOH dan Karbonisasi dengan CO₂ Pada Ekstraksi Campuran Senyawa SiO₂-Al₂O₃-LiOH. *Jurnal*. 5 (16)
- Haldorai, Y., Ngunen, V. H., Shim, J. J. 2011. *Syntesis of Polyaniline/ Q-Cdse Composite via Ultrasonically Assisted Dynamic Invers Emulsion Polimerization*. *Colloid Polym Sei*. 239:849-859.
- Handayani, L. 2008. *Gas Karbon Monoksida (CO) dan Dampaknya terhadap Kesehatan*, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.

- Herald, E., Khoirina D., N., Heriyanto. 2017. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, Vol. 13, No. 2, Hal. 205-216.
- Hidayah, R. W. 2012. Elektropolimerisasi Film Polianilin Dengan Metode Galvanostatik dan Pengukuran Laju Pertumbuhannya. *ITS*. 1(5).
- Hidayat, S., Chandra, L., Mariah K., Wahyu, A. 2016. Sintesis Polianilin Dan Karakteristik Kinerja Sebagai Anoda Pada Sistem Baterai Asam Sulfat. *Jurnal Material dan Energi Indonesia* . 06(01): 20 – 26.
- Indah, L. S., Boedi, H. & Prijadi, S. 2014. Kemampuan apu-apu (*Eichhornia Sp*) Kangkung Air (*Ipomea Sp*) dan Kayu Apu (*Pistia Sp*) dalam Menurunkan Bahan Organik Limbah Industri Tahu (Skala Laboratorium). *Diponegoro Journal of Maquares*. 3(1): 1-6.
- Ismadji, 2001. *Proses Pembuatan dan Manfaat karbon aktif*. Universitas Katolik Widya Mandala: Surabaya.
- Kurniawan, Y. A. 2016. Analisis Karakteristik Termal Reaktor Gelombang Mikro Untuk Pirolisis Berbahan Baku Limbah Sisa Makanan. *Skripsi*. Teknik Mesin. Unnes.
- Lukito, A. & Marianto. 2004. *Merawat dan Menata Tanaman Air*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Mukherjee, S & Kumar, S. 2005. Arsenic uptake potential of water lettuce (*Pistia Stratiotes L.*). *Int. J. Environ. Stud.* 62(2): 249–258.
- Muthia, D. K. 2013. Sintesis Material Konduktif Komposit Polianilin-Selulosa dari Tanah Gambut. *JKK*, 2: 127-132.
- Nandika, A., O., Teguh E., S., Candra P. 2015. Modifikasi Permuakaan TiO₂-Karbon Pada Satu Tahap Sintesis Dengan Metode Arc-Discharge dalam Media Cair. *Jurnal*. Universitas Sebelas Maret
- Ni'ma, N., Niniek, W. & Ruswahyuni. 2014. Kemampuan Apu-Apu (*Pistia Stratiotes*) sebagai Bioremediator limbah pabrik pengolahan hasil perikanan (skala laboratorium). *Diponegoro Journal Of Maquares Management Of Aquatic Resources*. 3(4): 257-264.
- Nurdiansyah, H. & Diah, S. 2013. Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi Electric Double Layer Capacitor (EDLC). *Teknik Pomits*. 2(1).
- Panda, R. D. 2012. Modifikasi Bentonit Terpillar Al dengan Kitosan untuk Adsorpsi Ion Logam. *Skripsi Jurusan Kimia FMIPA Universitas Indonesia: Depok*

- Pandey, S., Jha, S. K., Kumar, P., Bharat, A. K. 2016. Analysis of Defects for Aluminium Copper Bimetal Fabricate by Centrifugal Casting. *ELK Asia Pacific Journals*. 93:1-6.
- Pandolfo, A.G. & Hollenkamp, A. F. 2006. Review : Carbon Properties and Their Roles in Supercapacitors. *Journal of Power Sources* 157: 11-27
- Purwaningsih, D. 2012. Pengembangan Material LiMn_2O_4 untuk aplikasi Elektroda Positif Baterai Lithium. *Jurnal Kimia UNY*. 1(1)
- Qadariyah, L. M., Novita, D. & Cempaka, D.S. 2009. Konversi Gliserol dengan Gelombang Mikro Secara Batch. *Teknik Kimia*. 4(1): 281-286.
- Reza, M., Aldini, R.M., Ferdinan, H., Nona, S., Achmad, R., Tati, C., & Veinardi, S. 2014. Sintesis Kompleks Polianilin/Polianilin Tersulfonasi Sebagai Material Konduktor Pada Perangkat Optoelektronik Organik. *Research and Development on Nanotechnology in Indonesia*. 1(3): 83-90.
- Safitri, R. 2009. Phytoremediasi Greywater Dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dan Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) Serta Pemanfaatannya Untuk Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) Secara Hidroponik. *Skripsi*. Program Studi Tanah. Fakultas Pertanian. ITB Bogor.
- Satriady, A., Wahyu, A., Aswadhi, S. & Sahrul, H. 2016. Pengaruh luas elektroda terhadap karakteristik baterai LiFePO_4 . *Jurnal Material dan Energi Indonesia*. 6(2): 43-48.
- Simaremare, C. 2015. Preparasi Karbon dari Batang Pisang (*Musa paradisiaca*) dan Aplikasinya Sebagai Elektroda Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia (KLGE). *Skripsi*. No. 31
- Sebayang, H. T., Agus, S. & Tristi, I. D. K. 2010. Pengaruh Pemberian Kayu Apu (*Pistia Stratiotes* L.) dan Dosis Pupuk N, P, K pada Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah (*Oryza Sativa* L.). *J. Agron Indonesia*. 38(3): 192-198.
- Stoller, M. D. & R. S. Ruoff. 2010. Best Practice Methods For Determining an Electrode Material's Performance For Ultracapacitors. *Energy Environ. Sci*. 3: 1294-1301.
- Subramanian, E., Dhana R a , Vijayakumar ., Sivakumar. 2012. Bahan Komposit Hibrida Titania Anatase dan Melakukan Polianilin: Aplikasi Properti dan Sensor Kimia. *Jurnal Ilmu Teknik & Bahan India*. Vol. 19, 237-244
- Supriyono. 2015. Analisa dan Perhitungan Prediksi Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty dan Metode Least Square. *Jurnal Chart Datum*. Vol 1.
- Syakir, N., Rhesti, N., Syaiful, A., Annisa, A., Sahrul, H. & Fitrilawati. 2015. Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar. *Jurnal Fisika Indonesia*. 19(55): 26-29.

- Syarif, N., Haryati S., Mahmuda A. M., Yunita, E., Wulandari, and Tin, L. C. 2018. Application of Water Lettuce (*Pistia Stratiotes*) as Conductive Carbon in Electrochemical Capacitor. *Chemical Engineering Transactions*. Vol. 63
- Syarif, N. & M. C. P. 2014. "Hydrothermal Assisted Microwave Pyrolysis of Water Hyacinth for Electrochemical Capacitors Electrodes," *Int. Trans. J. Eng. Manag. Appl.*, 5(2): 95–101.
- Syarif, N., Ahmad, M. M., Sri, H., Eka, Y., Wulandari, & Lee, C.T. 2018. Application of Water Lettuce (*Pistia Stratiotes*) as Conductive Carbon in Electrochemical Capacitor. *Chemical Engineering Transactions*. Vol. 63.
- Umam, J., dan Rosyidah, A. 2013. Sintesis dan Karakterisasi Aurivillius $\text{CaBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ dan $\text{LaBi}_2\text{TiNbO}_9$ dengan Metode Solid State. *Jurnal Sains dan Seni Pomids*. 2(1). 2337-3520.
- Wilhelm, S., Vieldtich, Buschmann, H. W. Dan Iwasita. 2001. *J. Electroanal. Chem.* 229, 337
- Wu, B., Wang, S., Yang, J., Daniel, Z., Evans, J. 2016. *Interfacial Behaviours between Lithium Ion Conductors And Electrode Materials in Various Battery Systems*. 1(4):15266-15280
- Wulan R. R. 2012. Modifikasi Bentonit Terpillar Al Menggunakan Poli (Dialidimetilamonium) dan Polistiren Sulfonat sebagai Adsorben Ion Co(II) dalam Limbah Cair. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Indonesia: Depok
- Yuniawati dan Sona, S. 2014. Potensi Karbon pada Limbah Permanenan Kayu *Acacia Crassicarpa* (Carbon Potential of Waste Timber Harvesting *Acacia Crassicarpa*). *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 12(1):21-31
- Yunita, E. 2017. Aplikasi tumbuhan Apu-apu Sebagai Karbon Aktif dalam Kapasitor Elektrokimia. *Skripsi*. FMIPA: Universitas Sriwijaya