

SKRIPSI

PEMANFAATAN KARBON AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) DENGAN Fe_3O_4 SEBAGAI NANOKATALIS DALAM PEMBUATAN BIOBATERAI



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV) Pada Program Studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia

**OLEH:
MUTIARA OLIVIA GURNING
062240412433**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PEMANFAATAN KARBON AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) DENGAN Fe_3O_4 SEBAGAI NANOKATALIS DALAM PEMBUATAN BIOBATERAI

**OLEH :
MUTIARA OLIVIA GURNING
062240412433**

Palembang, Juli 2026

Pembimbing I



Ida Febriana, S.Si., M.T.
NUPTK. 4558764665230952

Menyetujui,

Pembimbing II



Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.
NUPTK. 6735756667230152

Ketua Jurusan

Teknik Kimia



Tahdid, S.T., M.T.
NIP. 197201131997021001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

DIV Teknik Energi



Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.
NIP. 197804032012122002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Sriwijaya Negara, PALEMBANG 30139
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji

**Di Program Diploma IV –Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri
Sriwijaya**

pada Tanggal Rabu, 1 Juli 2026

Tim Penguji

1. Adi Syakdani, S.T., M.T.

NUPTK. 4743747648130132

2. Safril Kartika Wardana, S.T., M.T.

NUPTK. 2759752653130082

3. Mutiara Putri, S.ST., M.Tr.T.

NUPTK. 6553771672230283

Tanda Tangan

()

()

()

Palembang, Juli 2026

Mengetahui,

Ketua Program Studi

D-IV Teknik Energi



Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.

NIP. 197804032012122002





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139
Telp. 0711-353414. Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mutiara Olivia Gurning
NIM : 062240412433
Jurusan / Program Studi : Teknik Kimia / D-IV Teknik Energi

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir:

**“Pemanfaatan Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)
dengan Fe_3O_4 Sebagai Nanokatalis Dalam Pembuatan Biobaterai”**

Data penelitian tidak mengandung unsur “PLAGIAT” sesuai dengan PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

Bila pada kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia diberikan sanksi peraturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Pembimbing I,

Ida Febriana, S.Si., M.T.
NUPTK. 4558764665230952

Palembang, Juli 2026
Penulis,

Mutiara Olivia Gurning
NIM. 062240412433

Pembimbing II,

Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.
NUPTK. 6735756667230152

MOTTO

Psalm 118:13

“I was pushed back and about to fall, but the Lord helped me.”

If you're going through hell, keep going, why would you stop in hell?

Qué Será, Será.

ABSTRAK

PEMANFAATAN KARBON AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) DENGAN Fe_3O_4 SEBAGAI NANOKATALIS DALAM PEMBUATAN BIOBATERAI

(Mutiara Olivia Gurning, 2026. Skripsi; 47 Halaman, 12 Tabel, 20 Gambar, 4 Lampiran)

Meningkatnya permintaan energi listrik global dan bahaya lingkungan yang ditimbulkan oleh baterai konvensional yang mengandung logam berat telah mendorong pengembangan alternatif penyimpanan energi yang ramah lingkungan. Penelitian ini melakukan pembuatan biobaterai menggunakan karbon aktif dari cangkang kelapa sawit, dengan mengkaji pengaruh suhu karbonisasi dan penambahan katalis Fe_3O_4 terhadap kinerja biobaterai. Cangkang kelapa sawit dikarbonisasi pada suhu 400°C, 500°C, dan 600°C selama 120 menit, kemudian diaktivasi secara kimia menggunakan larutan NaOH 1,0 M. Karbon aktif yang dihasilkan dikarakterisasi melalui analisis proksimat dan penentuan bilangan iodin. Elektroda biobaterai dibuat dengan mencampurkan karbon aktif dengan katalis Fe_3O_4 pada konsentrasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat total karbon aktif, dengan menggunakan elektrolit KOH 1,5 M. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan suhu karbonisasi meningkatkan kualitas karbon aktif, dengan nilai bilangan iodin meningkat dari 1066,21 mg/g pada suhu 400°C menjadi 1660,24 mg/g pada suhu 600°C, melampaui standar minimum SNI 06-3730-1995 sebesar 750 mg/g. Analisis proksimat menunjukkan penurunan kadar air dari 13,53% menjadi 4,50% dan zat terbang dari 25% menjadi 16,05%, sementara kadar karbon terikat meningkat dari 58,96% menjadi 75,79% seiring dengan peningkatan suhu. Kinerja elektrokimia optimal dicapai pada suhu karbonisasi 600°C dengan penambahan Fe_3O_4 sebesar 7,5%, yang menghasilkan tegangan 1,323 V, arus 2,30 mA, dan daya 3,0429 mW. Biobaterai tersebut berhasil menyalakan lampu LED 9 watt selama 150 menit. Temuan ini menunjukkan bahwa karbon aktif dari cangkang kelapa sawit dengan penambahan katalis Fe_3O_4 pada kondisi optimum merupakan alternatif yang menjanjikan, terbarukan, dan ramah lingkungan untuk aplikasi penyimpanan energi daya rendah.

Kata Kunci: Biobaterai, Penyimpanan Energi, Cangkang Kelapa Sawit, Suhu Karbonisasi, Fe_3O_4 , Kinerja Baterai.

ABSTRACT

APPLICATION OF ACTIVATED CARBON FROM PALM OIL SHELL (*Elaeis guineensis* Jacq.) WITH Fe_3O_4 AS A NANOCATALYST IN THE PRODUCTION OF BIOBATTERIES

(Mutiarra Olivia Gurning, 2026. Thesis; 47 Pages, 12 Tables, 20 Pictures, 4 Appendixes)

The increasing global demand for electrical energy and the environmental hazards posed by heavy metal-containing conventional batteries have driven the development of eco-friendly energy storage alternatives. This research investigated the fabrication of bio-batteries using palm kernel shell-derived activated carbon, examining the effects of carbonization temperature and Fe_3O_4 catalyst addition on bio-battery performance. Palm kernel shells were carbonized at 400°C, 500°C, and 600°C for 120 minutes under limited oxygen conditions, followed by chemical activation using 1.0 M NaOH solution. The activated carbon was characterized through proximate analysis and iodine number determination. Bio-battery electrodes were prepared by mixing activated carbon with Fe_3O_4 catalyst at concentrations of 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10% by weight, using 1.5 M KOH as the electrolyte. The results demonstrated that increasing carbonization temperature significantly improved activated carbon quality, with iodine number values rising from 1066.21 mg/g at 400°C to 1660.24 mg/g at 600°C, exceeding the SNI 06-3730-1995 minimum standard of 750 mg/g. Proximate analysis revealed decreased moisture content from 13.53% to 4.50% and volatile matter from 25% to 16.05%, while fixed carbon increased from 58.96% to 75.79% as temperature increased. The optimal electrochemical performance was achieved at 600°C carbonization temperature with 7.5% Fe_3O_4 addition, producing voltage of 1.323 V, current of 2.30 mA, and power of 3.0429 mW. The bio-battery successfully powered a 9-watt LED lamp for 150 minutes. These findings indicate that palm kernel shell-derived activated carbon with optimal Fe_3O_4 catalyst addition presents a promising renewable and environmentally sustainable alternative for low-power energy storage applications.

Keywords: *Bio-battery, Energy Storage, Palm Kernel Shell, Carbonization Temperature, Fe_3O_4 , Battery Performance.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan Skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan Fe_3O_4 Sebagai Nanokatalis Dalam Pembuatan Biobaterai”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Pendidikan DIV Teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih pada pihak-pihak yang telah membantu, membimbing, dan mendukung penulis pada penyusunan Skripsi ini. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, M.Pd. selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Energi serta Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penulis dalam penyusunan Skripsi.
6. Ida Febriana, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis dalam penyusunan Skripsi.
7. Papa, Mama, serta Saudara penulis yang selalu memotivasi dan mendukung penulis baik secara moril, materil, dan doa selama masa perkuliahan sampai dengan penyusunan Skripsi.
8. Diri penulis sendiri yang tetap berjuang sampai dengan penyusunan Skripsi.
9. Teman-teman seperjuangan penulis yang telah memberikan motivasi dan semangat selama penyusunan Skripsi.
10. Seluruh pihak lain yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan ataupun ketidaksempurnaan penelitian di dalamnya. Oleh karena itu, penulis harapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Semoga Skripsi ini dapat memberi wawasan dan pengetahuan baru bagi para pembaca, juga penulis sendiri.

Palembang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
MOTTO	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Cangkang Kelapa Sawit	6
2.2 Karbonisasi	7
2.4 Karbon Aktif.....	8
2.5 Katalis.....	9
2.6 Baterai	9
2.7 Sel Elektrokimia	10
2.8 Hukum Ohm	13
2.9 Daya.....	14
2.10 Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Bahan dan Alat	16
3.3 Perlakuan dan Perancangan Penelitian	21
3.4 Prosedur Percobaan	21
3.5 Diagram Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Hasil.....	30
4.2 Pembahasan	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Analisa Proksimat Cangkang Kelapa Sawit.....	6
2.2 Karakteristik Kimia Cangkang Kelapa Sawit	7
2.3 Syarat Mutu Karbon Aktif (SNI 06-3730-1995).....	8
2.4 Peneliti Terdahulu	15
4.1 Hasil Analisa Proksimat Sebelum dan Sesudah Aktivasi Berdasarkan Suhu Karbonisasi	25
4.2 Hasil Analisa Bilangan Iodin	26
4.3 Hasil Pengukuran Sebelum Dibebankan.....	26
4.4 Hasil Pengukuran Setelah dibebankan LED 9 Watt.....	26
LI.1 Analisa Proksimat Karbon Sebelum dan Sesudah Aktivasi	48
LI.2 Analisa Bilangan Iodin 1,0 M NaOH Karbon Aktif	48
LI.3 Hasil Pengukuran Awal Tanpa Beban	49
LI.4 Hasil Pengukuran Setelah Dibebankan.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Cangkang Kelapa Sawit	6
2.2 Standar Reduction Potentials	12
3.1 Pendekatan Desain Biobaterai.....	19
3.2 Diagram Penelitian Pembuatan Biobaterai	29
4.1 Biobaterai	30
4.2 Grafik Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Bilangan Iodin Karbon Aktif 1,0 M NaOH.....	34
4.3 Grafik Pengaruh Suhu Karbonisasi dan % Fe ₃ O ₄ Terhadap Tegangan yang Dihasilkan	36
4.4 Grafik Pengaruh Suhu Karbonisasi dan % Katalis terhadap Arus yang Dihasilkan	38
4.5 Grafik Pengaruh Suhu Karbonisasi dan % Katalis terhadap Daya yang Dihasilkan	39
LIII.1 Persiapan Bahan Baku (Cangkang Kelapa Sawit).....	54
LIII.2 Karbonisasi Cangkang Kelapa Sawit.....	54
LIII.3 Penghalusan Arang/Char.....	54
LIII.4 Pengayakan Char	55
LIII.5 Mengaktivasi Char dengan 1,0 M NaOH	55
LIII.6 Penyaringan dan Pengeringan Karbon Aktif	55
LIII.7 Pembuatan Larutan Elektrolit KOH 1,5 M.....	56
LIII.8 Pengolesan Pasta Karbon Aktif ke Elektroda	56
LIII.9 Biobaterai.....	56
LIII.10 Pengukuran Hasil yang Didapatkan.....	57
LIII.11 Analisa Bilangan Iodin.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
I DATA PENGAMATAN	48
II PERHITUNGAN	50
III DOKUMENTASI.....	54
IV SURAT MENYURAT.....	58