

SKRIPSI

PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR HNO_3 DAN PENAMBAHAN KATALIS Fe_3O_4 TERHADAP *BIOBATTERY* BERBASIS KARBON AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT



**Disusun Sebagai Persyaratan Mata Kuliah
Skripsi dan Publikasi Ilmiah Program Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

OLEH :

Hafiz Mahesa

062240412377

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR HNO_3 DAN PENAMBAHAN Fe_3O_4 TERHADAP *BIOBATTERY* BERBASIS KARBON AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT

OLEH:

Hafiz Mahesa

0622 4041 2377

Palembang, Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



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



Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.
NUPTK 6735756657230152

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Kimia

Koordinator Program Studi
DIV Teknik Energi



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



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, Email : kimia@polsri.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hafiz Mahesa
NIM : 062240412377
Jurusan : Teknik Kimia
Program Studi : DIV Teknik Energi

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan judul Pengaruh Konsentrasi Aktivator HNO_3 dan penambahan Katalis Fe_3O_4 Terhadap *Biobattery* Berbasis Cangkang Kelapa Sawit, 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, Agustus 2026
Penulis,

Hafiz Mahesa
NIM 062240412377

Pembimbing II

Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T
NUPTK 6735756657230152





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN
TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar – Palembang 30139, Telepon (0711) 353414
Laman: <https://polsri.ac.id> Pos El.: kimia@polsri.ac.id

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada tanggal 02 Juli 2026

Tim Penguji :

1. Prof. Dr. Yohandri Bow, S.T., M.S.
NUPTK. 0355749650130103
2. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T.
NUPTK. 4444770671130292
3. Safril Kartika Wardana, S.T, M.T.
NUPTK. 2759752653130082

Tanda Tangan

()

()

()

Palembang, Juli 2026

Mengetahui

Koordinator Program Studi Sarjana
Terapan D-IV Teknik Energi



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



ABSTRAK

PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR HNO_3 DAN PENAMBAHAN KATALIS Fe_3O_4 TERHADAP BIOBATTERY BERBASIS CANGKANG KELAPA SAWIT

Hafiz Mahesa, 52 Halaman, 9 Tabel, 13 Gambar

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi aktivator HNO_3 dan penambahan katalis Fe_3O_4 terhadap kinerja *biobattery* berbasis karbon aktif cangkang kelapa sawit. Cangkang kelapa sawit digunakan sebagai bahan baku karbon aktif karena memiliki kandungan karbon yang berpotensi dimanfaatkan sebagai material elektroda alternatif yang ramah lingkungan. Penelitian dilakukan secara eksperimental melalui tahapan preparasi bahan baku, karbonisasi, pengayakan hingga ukuran 100 mesh, aktivasi kimia menggunakan HNO_3 , pembuatan gel elektroda dengan penambahan katalis Fe_3O_4 perakitan baterai, serta pengujian performa baterai. Variasi konsentrasi aktivator HNO_3 yang digunakan adalah 0,5 M, 1 M, dan 1,5 M, sedangkan elektrolit yang digunakan adalah NaOH dengan variasi konsentrasi 0,5 M hingga 2,5 M. Parameter yang diamati meliputi karakteristik karbon aktif, daya serap bilangan iodin, tegangan, arus, dan daya baterai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi HNO_3 dari 0,5 M hingga 1,5 M meningkatkan bilangan iodin dari 775,24 mg/g menjadi 873,79 mg/g, yang menandakan meningkatnya porositas dan luas permukaan karbon aktif. Namun, daya tertinggi pada pengujian awal diperoleh pada aktivator HNO_3 0,5 M dan elektrolit NaOH 2,5 M sebesar 2,5019 mW. Penambahan katalis Fe_3O_4 5% terbukti meningkatkan performa *biobattery*, dengan daya meningkat dari rentang 8,5073–9,1881 mW tanpa katalis menjadi 19,0740–19,8120 mW dengan katalis. Dengan demikian, karbon aktif cangkang kelapa sawit yang diaktivasi HNO_3 dan dikombinasikan dengan katalis Fe_3O_4 berpotensi digunakan sebagai material *biobattery* ramah lingkungan.

Kata Kunci: *biobattery*, cangkang kelapa sawit, karbon aktif, ukuran *mesh*, Fe_3O_4 , HNO_3

ABSTRACT

THE EFFECT OF HNO₃ ACTIVATOR CONCENTRATION AND THE ADDITION OF Fe₃O₄ CATALYST ON BIOBATTERY BASED ON PALM KERNEL SHELL

Hafiz Mahesa, 52 Pages, 9 Tables, 13 Figures

This study aims to analyze the effect of HNO₃ activator concentration and Fe₃O₄ catalyst addition on the performance of a biobattery based on activated carbon derived from palm kernel shells. Palm kernel shells were used as the activated carbon precursor due to their carbon content and potential application as an environmentally friendly alternative electrode material. This research was conducted experimentally through several stages, including raw material preparation, carbonization, sieving to 100 mesh, chemical activation using HNO₃, electrode gel preparation with Fe₃O₄ catalyst addition, battery assembly, and battery performance testing. The HNO₃ activator concentrations used were 0.5 M, 1 M, and 1.5 M, while NaOH electrolyte concentrations varied from 0.5 M to 2.5 M. The observed parameters included activated carbon Characteristics, iodine adsorption number, voltage, current, and battery power. The results showed that increasing the HNO₃ concentration from 0.5 M to 1.5 M increased the iodine adsorption number from 775.24 mg/g to 873.79 mg/g, indicating improved porosity and surface area of the activated carbon. However, the highest initial power output was obtained at 0.5 M HNO₃ and 2.5 M NaOH, reaching 2.5019 mW. The addition of 5% Fe₃O₄ catalyst significantly improved the biobattery performance, as the power output increased from 8.5073–9,1881 mW without catalyst to 19,0740–19.8120 mW with Fe₃O₄ catalyst. Therefore, palm kernel shell-based activated carbon activated with HNO₃ and combined with Fe₃O₄ catalyst has potential as an environmentally friendly material for biobattery applications.

Keywords: *biobattery, activated carbon, palm kernel shell, HNO₃, Fe₃O₄, Na*

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar”

(Q.S Ar- Run:60)

“berbagai cobaan dan hal yang buat kau ragu, jadikan percikan tuk menempa tekadmu, jalan hidupmu hanya milikmu sendiri”

(Baskara Putra/Hindia)

“Tidak perlu membandingkan dirimu dengan orang lain, jadilah diri sendiri dengan versi terbaik dan tumbuhlah dengan jauh lebih indah”

(Hafiz Mahesa)

PERSEMBAHAN

“Skripsi ini saya persembahkan kepada papa, mama & adik tercinta yang selalu, mendoakan dengan ketulusan hati yang tak pernah putus dan semangat yang tak ternilai.”

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi HNO_3 dan Penambahan Katalis Fe_3O_4 Terhadap *Biobattery* Berbasis Cangkang Kelapa Sawit”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan pada program studi D-IV Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia di Politeknik Negeri Sriwijaya. Skripsi ini didasarkan pada bulan Februari – Juli 2026.

Dalam penyusunan dan penulisan Skripsi tentunya Penulis mendapat banyak arahan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang terkait diantaranya sebagai berikut:

1. Ir. Irawan Rusnadi., M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, S.Pd, M.Pd., Selaku pembantu 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 D-IV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya sekaligus Pembimbing II, yang banyak memberikan bimbingan, ilmu, arahan, dan masukan, serta Segala saran dan koreksi yang diberikan sangat membantu penulis dalam memperbaiki selama pengerjaan Skripsi.
6. Ida Febriana, S.Si., M.T., Selaku Pembimbing I, yang telah banyak membantu penulis, memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta Segala saran dan koreksi yang diberikan sangat membantu penulis dalam memperbaiki selama pengerjaan Skripsi.
7. Pak widodo, selaku PLP yang telah banyak membantu dalam proses pembuatan alat penelitian ini, bantuan, arahan, serta ilmu yang diberikan

selama proses penelitian sangat membantu penulis dalam memahami tahapan pembuatan alat dengan baik.

8. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Papa, Mama, Adek, Tante dan Om yang telah banyak memberikan dukungan, arahan, motivasi, dan doa selama perjalanan Skripsi.
10. Teman-teman seperjuangan biobaterai yang bekerjasama dan menemani suka duka selama menjalani penelitian ini.
11. Teman-teman UKM Simpony terutama dari Departemen Humas & PSDM yang telah memberikan dukungan, semangat dan doa selama proses penyelesaian Skripsi ini.
12. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Muara Enim terutama dari Divisi Medinfo yang telah memberikan dukungan, motivasi dan doa selama periode Skripsi ini.
13. Teman-teman seperjuangan Farid, Ronald, Ghifari, Wildan, Kiki, Marfitra, Dimas, Rania, Adinda, Misbah yang selalu mendukung dan membantu dari awal semester hingga akhir.
14. Rekan - rekan EGC GACOR yang selalu memberikan dukungan dan motivasi selama periode Skripsi ini.
15. Serta semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi baik itu berupa saran, doa, ataupun dukungan, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-satu.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Semoga uraian dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak persatu.

Palembang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>.....	vi
MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Baterai.....	5
2.1.1 Klasifikasi Baterai	5
2.1.2 Jenis Jenis Baterai Sekunder	6
2.1.3 Komponen Baterai.....	7
2.1.4 Prinsip Kerja Baterai	8
2.1.5 Reaksi Reduksi dan Oksidasi Baterai.....	10
2.2 Sel Elektrokimia	11
2.2.1 Sel Volta.....	11
2.3 Karbon Aktif.....	13
2.3.1 Tahapan Pembuatan Karbon Aktif.....	14
2.3.2 Faktor yang mempengaruhi proses pembuatan Karbon Aktif.....	15
2.3.3 Karakteristik Karbon Aktif.....	15
2.4 Cangkang Kelapa Sawit.....	16
2.5 Aktivator Asam Nitrat (HNO_3).....	17
2.6 Katalis Fe_3O_4	18
2.7 Elektrolit NaOH.....	18
2.8 Besaran Listrik.....	19
2.9 Penelitian Terdahulu	20

BAB III METODELOGI PENELITIAN	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2 Bahan dan Alat.....	23
3.3 Perlakuan dan Perancangan Percobaan.....	24
3.3.1 Perlakuan Percobaan	24
3.3.2 Rancangan Alat	25
3.4 Pengamatan.....	28
3.5 Prosedur Percobaan	29
3.5.1 Preparasi bahan baku.....	29
3.5.2 Proses Karbonisasi.....	29
3.5.3 Pengayakan <i>Char</i>	30
3.5.4 Analisa Proksimat.....	30
3.5.5 Pembuatan larutan aktivator HNO ₃	32
3.5.6 Proses aktivasi	33
3.5.7 Analisa Bilangan iodin karbon aktif (ASTM D4607)	33
3.5.8 Pembuatan Gel Elektroda dengan Penambahan Katalis Fe ₃ O ₄	35
3.5.9 Pelapisan dan penyusunan komponen baterai	36
3.5.10 Penggulungan dan pemasangan ke casing	36
3.5.11 Pembuatan baterai karbon aktif dengan elektrolit	37
3.5.12 Pengujian Performa Baterai.....	37
3.6 Diagram Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Hasil.....	40
4.1.1 Hasil Rancangan Pembuatan Baterai	40
4.1.2 Hasil Analisis Proksimat Arang (<i>Char</i>) Cangkang Kelapa Sawit dan Karbon Aktif.....	40
4.1.3 Hasil Analisis Nilai Kalor Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit	41
4.1.4 Hasil Daya Serap Bilangan Iodin Karbon Aktif.....	41
4.1.5 Hasil Pengukuran Tegangan Arus Dan Daya Baterai Berdasarkan Variasi Konsentrasi Aktivator HNO ₃ dan Elektrolit NaOH pada Karbon Aktif dengan Penambahan Katalis Fe ₃ O ₄	41
4.2 Pembahasan	42
4.2.1 Analisis Proksimat Arang (<i>Char</i>) Cangkang Kelapa Sawit dan Karbon Aktif.....	42

4.2.2 Analisis Pengaruh Konsentrasi Aktivator HNO ₃ Terhadap Daya Serap Pada Karbon Aktif	44
4.2.3 Pengaruh Variasi Konsentrasi Elektrolit NaOH terhadap Daya yang dihasilkan <i>Biobattery</i>	45
4.2.4 Pengaruh Variasi Konsentrasi Aktivator HNO ₃ terhadap Daya yang dihasilkan oleh <i>Biobattery</i>	46
4.2.5 Perbandingan <i>Biobattery</i> Dengan Penambahan Katalis Fe ₃ O ₄ Dan Tanpa Penambahan Katalis.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN I DATA PENGAMATAN	57
LAMPIRAN II PERHITUNGAN	61
LAMPIRAN III DOKUMENTASI PENELITIAN	68

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2. 1 Potensi Reduksi Sel Standar.....	12
2. 2 Syarat Mutu Karbon aktif (SNI.06-3730-1995)	13
2. 3 Karakteristik Cangkang Kelapa Sawit	17
4. 1 Hasil Analisa Proksimat Arang (Char) Cangkang Kelapa Sawit Dan Karbon Aktif	40
4. 2 Data Analisa Nilai Kalor Char Cangkang Kelapa Sawit.....	41
4. 3 Data Analisa Nilai Kalor Char Cangkang Kelapa Sawit Dan Karbon Aktif .	41
T4.4 Hasil Analisa Daya Serap Bilangan Iodin Karbon Aktif.....	41
4. 5 Hasil Pengukuran Tegangan Berdasarkan Variasi Konsentrasi Aktivator HNO ₃ Dan Variasi Konsentrasi Elektrolit Sebelum Pembebanan	42
4. 6 Data Pengamatan Dan Arus Baterai Berdasarkan Variasi Konsentrasi Aktivator HNO ₃ Dan Variasi Konsentrasi Elektrolit dengan Tanpa Katalis Fe ₃ O ₄ dan Penambahan Katalis Fe ₃ O ₄ Setelah Pembebanan Lampu LED 9 Watt.....	42
L.II.1 Data Analisa Proksimat Sebelum Aktivasi.....	63
L.II.2 Data Analisa Proksimat Setelah Aktivasi HNO ₃	64
L.II.3 Hasil Perhitungan Daya Serap Bilangan Iodin Karbon Aktif.....	65
L.II. 4 Hasil Perhitungan Daya Baterai Dengan Aktivator HNO ₃ dan Elektrolit NaOH.....	66
L1. 1 Data Analisa Proksimat Char Cangkang Kelapa Sawit	57
L1. 2 Data Analisa Proksimat Char Cangkang Kelapa Sawit dan Karbon Aktif .	57
L1. 3 Data Analisa Proksimat Char Cangkang Kelapa Sawit Sebelum Aktivasi .	58
L1. 4 Data Analisa Proksimat Char Cangkang Kelapa Sawit Sesudah dilakukan Aktivasi HNO ₃	58
L1. 5 Data Pengamatan standarisasi larutan natrium tiosulfat (N ₂ S ₂ O ₃)	58
L1. 6 Data Pengamatan Analisa Daya Serap Iodium.....	58
L1.7 Data Pengamatan Tegangan Berdasarkan Variasi Konsentrasi Aktivator HNO ₃ Dan Variasi Konsentrasi Elektrolit Sebelum Pembebanan	59
L1.8 Data Pengamatan Dan Arus Baterai Berdasarkan Variasi Konsentrasi Aktivator HNO ₃ Dan Variasi Konsentrasi Elektrolit dengan Tanpa Katalis Fe ₃ O ₄ dan Penambahan Katalis Fe ₃ O ₄ Setelah Pembebanan Lampu LED 9 Watt	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Mekanisme Charge Dan Discharge	9
2. 2 Deret Volta	13
2. 3 Cangkang Kelapa Sawit	16
2. 4 Asam Nitrat (HNO_3).....	18
2. 5 Katalis Fe_3O_4 (Magnetit)	18
2. 6 Elektrolit (NaOH).....	19
3. 1 Rangkaian Baterai	26
3. 2 Rangkaian Alat Pengujian	27
3. 3 Diagram Alir.....	39
4. 1 Baterai Kering	40
4. 3 Grafik Pengaruh Konsentrasi Aktivator HNO_3 Dan Elektrolit NaOH Terhadap Daya Baterai	45
4. 2 Grafik Pengaruh Konsentrasi Aktivator HNO_3 Terhadap Daya Baterai	47
4. 4 Grafik perbandingan biobattery Dengan Penambahan Katalis Fe_3O_4 Dan Tanpa Penambahan Katalis	48
L.III.1 Penjemuran Kelapa Sawit	68
L.III.2 Karbonisasi Cangkang Kelapa Sawit.....	68
L.III.3 Griding (Pengecilan Ukuran) Karbon	68
L.III.4 Penimbangan <i>Char</i>	68
L.III.5 Pembuatan Larutan Aktivator	68
L.III.6 Proses Aktivasi Karbon Aktif	68
L.III.7 Penyaringan Dan Pencucian Karbon Aktif	69
L.III.8 Proses Analisa Proksimat	69
L.III.9 Pembuatan Larutan Iodin	69
L.III. 10 Proses Pengujian Bilangan Iodin	69
L.III. 11 Pembuatan Gel Elektroda.....	69
L.III. 12 Pengujian Beterai	69
L.III. 13 Merangkai Baterai.....	70
L.III. 14 Biobattery	70
L.III. 15 Alat Pengujian Biobattery	70
L.III. 16 Pengayakan <i>Char</i>	70
L.III. 17 Pengeringan Karbon Aktif	70