

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF LIMBAH SABUT PINANG
(*Areca catechu* L) – SEBAGAI MATERIAL TERMOELEKTRIK
SISTEM C-CuO**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains (S.Si)*



Oleh:

KARINA VENTIKA SARI

NIM/TM. 18036126/2018

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2022

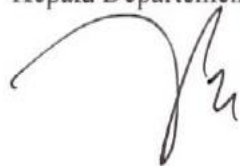
PERSETUJUAN SKRIPSI

PEMANFAATAN KARBON AKTIF LIMBAH SABUT PINANG (*Areca catechu* L) SEBAGAI MATERIAL TERMOELEKTRIK SISTEM C-CuO

Nama : Karina Ventika Sari
NIM : 18036126
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2022

Mengetahui
Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh
Pembimbing



Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 19720127 199702 1 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Karina Ventika Sari
NIM : 18036126
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PEMANFAATAN KARBON AKTIF LIMBAH SABUT PINANG (*Areca catechu* L) SEBAGAI MATERIAL TERMOELEKTRIK SISTEM C-CuO



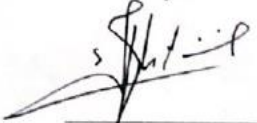
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Padang

Padang, Agustus 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D.	
Anggota	: Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D	
Anggota	: Dra. Syamsi Aini, M.Si., Ph.D.	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

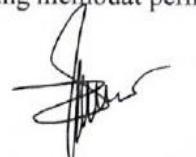
Nama : Karina Ventika Sari
NIM/TM : 18036126 / 2018
Tempat/Tanggal Lahir : Padang / 19 Mei 2000
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Alamat : Jl. Raya Padang Indarung Rt 002 Rw 005 NO.18
No. HP/Telp : 081378929146
Judul Skripsi : Pemanfaatan Karbon Aktif Limbah Sabut Pinang (*Areca catechu* L) sebagai Material Termoelektrik Sistem C-CuO

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di Universitas Negeri Padang maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh – sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, Agustus 2022
Yang membuat pernyataan



Karina Ventika Sari
NIM. 18036126

Pemanfaatan Karbon Aktif Limbah Sabut Pinang (*Areca catechu* L) Sebagai Material Termoelektrik Sistem C–CuO

Karina Ventika Sari

ABSTRAK

Material termoelektrik merupakan suatu material yang dapat mengubah energi panas menjadi listrik. Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan karbon aktif limbah sabut pinang (*Areca catechu* L) sebagai material termoelektrik. Komposit karbon aktif – CuO dibuat dengan mencampurkan berbagai perbandingan massa (gram) dan variasi ketebalan material. Material komposit dilakukan pengujian tegangan listrik (efek *seebeck*), konduktivitas listrik dan daya hantar panas. Untuk melihat bentuk dan struktur kristal dilakukan karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD), untuk melihat komposisi-komposisi kimia dilakukan karakterisasi *X-Ray Fluorescence* (XRF) serta untuk mengetahui band gap dari material komposit karbon aktif – CuO dilakukan karakterisasi UV- *Diffuse Reflectance* (UV-DRS). Pengujian ini mendapati hasil bahwa material komposit perbandingan 0,5 karbon aktif dan 1 CuO dengan ketebalan 0,5 cm merupakan material terbaik sebagai material termoelektrik karena mempunyai nilai konduktivitas listrik tinggi sebesar $0,231 \text{ mS.cm}^{-1}$ dengan daya hantar panas yang rendah yaitu $3,57 \text{ J/s}$ serta tegangan listrik (efek *seebeck*) sebesar $16,9 \times 10^3 \mu\text{V/K}$. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa bentuk struktur dari komposit karbon aktif – CuO berbentuk amorf kristal yang tidak merubah bentuk kristal dari CuO, ukuran kristal (D) sebesar $28,3079 \text{ nm}$ dan $0,2566 \text{ nm}$. Hasil karakterisasi XRF menunjukkan tidak ada komposisi baru terbentuk sebelum dan sesudah aktivasi maupun sesudah dikompositkan. Hasil karakterisasi UV-DRS menunjukkan band gap dari material komposit karbon aktif – CuO yaitu $2,4 \text{ eV}$.

Kata Kunci : Karbon aktif, sabut pinang, tembaga (II) oksida, temoelektrik

Utilization of Areca Coir Waste Activated Carbon (*Areca catechu* L) as Thermoelectric Material for C–CuO System

Karina Ventika Sari

ABSTRACT

Thermoelectric material is a material that can convert heat energy into electricity. In this study, the use of activated carbon from areca nut waste (*Areca catechu* L) as a thermoelectric material was carried out. Activated carbon composite – CuO is made by mixed various mass ratios (grams) and material thickness variations. Composite materials were tested for electric voltage (*Seebeck effect*), electrical conductivity and heat conductivity. *X-Ray Diffraction (XRD)* characterization was carried out to see the shape and crystal structure, to see the chemical compositions *X-Ray Fluorescence (XRF)* characterization was carried out and to determine the band gap of the activated carbon – CuO composite material *UV - Diffuse Reflectance (UV-DRS)*. This test found that the composite material with a ratio of 0,5 activated carbon and 1 CuO with a thickness of 0,5 cm is the best material as a thermoelectric material because it has a high electrical conductivity value of $0,231 \text{ mS.cm}^{-1}$ with a low thermal conductivity of $3,57 \text{ J/s}$ and the mains voltage (*seebeck effect*) is $16,9 \times 10^3 \mu\text{V/K}$. The results of XRD characterization showed that the structural form of the activated carbon – CuO composite was amorphous crystalline which did not change the crystal form of CuO, the crystal sizes (D) were 28,3079 nm and 0,2566 nm. The results of XRF characterization showed that no new composition was formed before and after activation and after being composite. The results of UV-DRS characterization showed that the band gap of the activated carbon-CuO composite material was 2,4 eV.

Keywords : Activated carbon, areca fiber, copper (II) oxide, thermoelectric

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Karbon Aktif Limbah Sabut Pinang (*Areca catechu* L) sebagai Material Termoelektrik Sistem C–CuO”**

Skripsi ini ditulis demi memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Kelancaran penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, petunjuk serta masukan yang bermanfaat dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D selaku penasehat akademik sekaligus pembimbing penelitian.
2. Bapak Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D dan Ibu Dra.Syamsi Aini, M.Si, Ph.D pembahas
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Prodi Kimia sekaligus Kepala Departemen Kimia Universitas Negeri Padang.
4. Orang tua penulis yang telah meridhoi dan mendukung sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian.
5. Teman – teman departemen kimia angkatan 2018 yang telah memberikan masukan dan semangat kepada penulis selama proses pembuatan proposal penelitian.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis sadar bahwasanya skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dengan kerendahan hati penulis berharap akan masukkan, kritikan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Padang, Agustus 2022

Karina Ventika Sari

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix

DAFTAR LAMPIRAN x

BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Material Termoelektrik.....	6
1. Pengertian dan Sejarah Perkembangan Material Termoelektrik	6
2. Prinsip dan Fenomena Material Termoelektrik	7
3. Aplikasi Material Termoelektrik	9
B. Karbon Aktif.....	10
C. Sabut Pinang.....	13
D. Tembaga (II) Oksida (CuO)	14
E. Karakterisasi	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19
A. Waktu dan Tempat	19
B. Objek Penelitian	19

C.	Variabel Penelitian	19
D.	Alat dan Bahan	20
	1. Alat.....	20
	2. Bahan	20
E.	Prosedur Penelitian.....	20
	1. Preparasi Karbon dari Sabut Pinang (<i>Areca catechu</i> L)	21
	2. Karbonisasi dan Aktivasi Sabut Pinang (<i>Areca catechu</i> L).....	21
	3. Pengujian Karakteristik Karbon Aktif	21
	4. Percetakan Material	24
	5. Pengujian Komposit Karbon Aktif - CuO	24
	6. Karakterisasi Komposit Karbon Aktif - CuO	26
F.	Desain Penelitian.....	28
BAB IV		29
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
A.	Karbon Aktif Sabut Pinang (<i>Areca catechu</i> L).....	29
B.	Karbonisasi, Aktivasi dan Karakteristik Karbon Aktif	29
C.	Percetakan Material Komposit Karbon Aktif - CuO.....	32
D.	Pengujian Konduktivitas Listrik Perbandingan Massa.....	33
E.	Pengujian Daya Hantar Panas Perbandingan Massa	34
F.	Pengujian Tegangan Listrik (Efek Seebeck) Perbandingan Massa	35
G.	Pengujian Konduktivitas Listrik Variasi Ketebalan	36
H.	Pengujian Daya Hantar Panas Variasi Ketebalan.....	37
I.	Pengujian Tegangan Listrik (Efek Seebeck) Variasi Ketebalan	37
J.	Karakterisasi dengan X-Ray Diffraction (XRD).....	38
K.	Karakterisasi dengan X-Ray Fluorescence (XRF)	40
L.	Karakterisasi dengan UV - <i>Diffuse Reflectance</i> (UV-DRS).....	42

BAB V.....	44
KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
A. Kesimpulan.....	44
B. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Komposisi Kimia Sabut Pinang	14
Tabel 2. Sifat CuO.....	15
Tabel 3. Hasil XRF	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Konsumsi Listrik Nasional.....	1
Gambar 2. Percobaan Seebeck tentang fenomena termoelektrik (Velmre, 2010)	6
Gambar 3. Ilustrasi generator termoelektrik (Zheng, 2008)	8
Gambar 4. (a) Karbon dibangun oleh karbon grafit amorf (b) Struktur heksagonal layer dan grafit (c) Gugus fungsi permukaan karbon aktif	10
Gambar 5. Sabut Pinang.....	13
Gambar 6. Serbuk Tembaga (II) Oksida (CuO).....	14
Gambar 7. Karbon dari Sabut Pinang	29
Gambar 8. Grafik Karakteristik Karbonisasi Sabut Pinang Variasi Waktu	30
Gambar 9. Grafik Variasi Waktu Perendaman	31
Gambar 10. Grafik Uji Daya Serap Iodin	32
Gambar 11. Grafik Konduktivitas Listrik Ketebalan 1 cm	34
Gambar 12. Grafik Daya Hantar Panas Perbandingan Massa.....	35
Gambar 13. Grafik Tegangan Listrik (Efek Seebeck) Perbandingan Massa	36
Gambar 14. Grafik Konduktivitas Listrik Variasi Ketebalan	36
Gambar 15. Grafik Daya Hantar Panas Variasi Ketebalan	37
Gambar 16. Grafik Pengujian Tegangan Listrik (Efek Seebeck) Variasi Ketebalan....	38
Gambar 17. Spektrum XRD : (a) Karbon Optimum (b) Karbon Aktif Optimum (c) Komposit Karbon Aktif - CuO Optimum	Error! Bookmark not defined.
Gambar 18. Grafik Nilai Band Gap Komposit Karbon Aktif - CuO	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

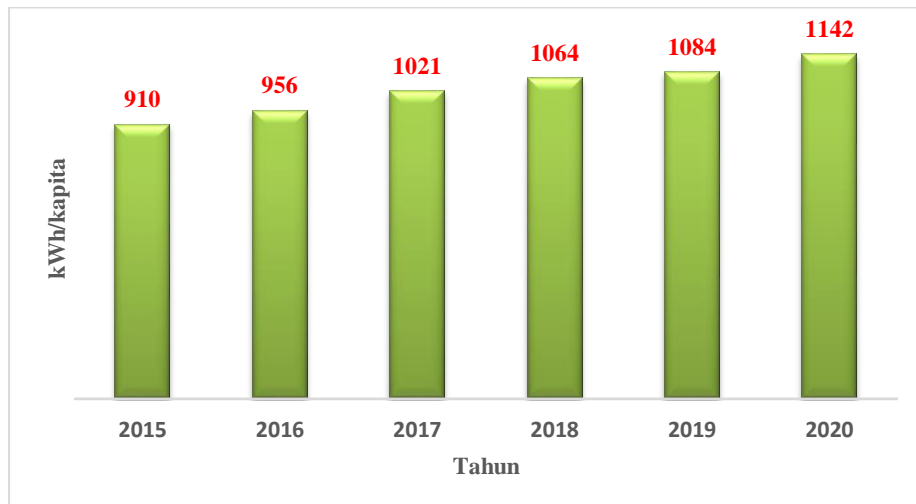
Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Preparasi, karbonisasi dan aktivasi sabut pinang (<i>Areca catechu</i> L) menjadi karbon aktif	50
Lampiran 2. Pengujian karakteristik karbon	50
Lampiran 3. Preparasi komposit karbon aktif - CuO dan percetakan material.....	51
Lampiran 4. Pengujian konduktivitas listrik (M Ω -cm-)	52
Lampiran 5. Pengujian daya hantar panas (J/s).....	52
Lampiran 6. Pengujian tegangan listrik yang dihasilkan (Efek <i>Seebeck</i>).....	53
Lampiran 7. Analisa <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	53
Lampiran 8. Analisa DR-UV	54
Lampiran 9. Analisa <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	54
Lampiran 10. Perhitungan reagen	55
Lampiran 11. Perhitungan Karakteristik Variasi Suhu Karbonisasi Sabut Pinang	56
Lampiran 12. Hasil Karakteristik Variasi Suhu Karbonisasi Sabut Pinang.....	66
Lampiran 13. Nilai Konduktivitas Listrik.....	67
Lampiran 14. Hasil Daya Hantar Panas	67
Lampiran 15. Nilai Tegangan Listrik yang dihasilkan (Efek <i>Seebeck</i>).....	68
Lampiran 16. Hasil Pengukuran XRD	69
Lampiran 17. Hasil Pengukuran XRF	76
Lampiran 18. Hasil Pengukuran UV-DRS Komposit Karbon Aktif – CuO.....	79
Lampiran 19. Dokumentasi Penelitian.....	82

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Manusia tidak bisa dipisahkan dengan energi listrik dalam menjalani kehidupan, sehingga peningkatan dalam konsumsi listrik nasional dapat dipastikan terus terjadi. Dari data diketahui bahwa di tahun 2019 (1.084 kWh/kapita) terjadi peningkatan penggunaan energi listrik sebesar 174 kWh/kapita jika dibanding penggunaan tahun 2015 (910 kWh/kapita), peningkatan ini terjadi sejalan dengan tersedianya listrik di wilayah Indonesia hampir 95% (Lidwina, 2020).



Gambar 1. Konsumsi Listrik Nasional

Energi listrik adalah energi yang dapat dengan mudah diubah menjadi bentuk energi lain. Saat ini, kebutuhan energi khususnya energi listrik terus berkembang pesat, bahkan di luar perkiraan. Hal ini sebagai dampak meningkatnya segala aktivitas kehidupan dengan energi listrik (Manan, 2009).

Di Indonesia terdapat beberapa sumber energi yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik, yang terbagi menjadi dua jenis: yang pertama, pembangkit listrik berkapasitas makro, yang biasanya menggunakan energi air, uap, gas dan

nuklir dan yang kedua adalah pembangkit listrik mikro yang salah satunya menggunakan energi panas. Energi panas berasal dari sinar matahari dan benda-benda yang melepaskan panas seperti setrika, panas dari pembakaran dapur industri dan gas buang kendaraan bermotor (Khalid *et al.*, 2016).

Selain itu, letak Indonesia yang berada pada daerah khatulistiwa maka wilayah Indonesia akan selalu terkena sinar matahari 10 hingga 12 jam sehari. Potensi sumber energi matahari di Indonesia sebagai sumber energi alternatif sangat perlu dimanfaatkan karena intensitas radiasi total rata-rata 4,5 kWh per meter persegi per hari, matahari bersinar sekitar 2000 jam per tahun, oleh karena itu tergolong kaya sumber Energi surya (Djoko & Adi, 2010)

Material termoelektrik dapat digunakan untuk mengganti energi panas menjadi energi listrik (Riffat & Ma, 2003). Idealnya, material termoelektrik memiliki efek *Seebeck* dan konduktivitas listrik yang tinggi, sedangkan konduktivitas termalnya rendah (Zheng, 2008). Salah satu material yang dapat digunakan sebagai material termoelektrik adalah karbon aktif, karbon aktif mempunyai keunggulan seperti tidak beracun biaya yang tidak mahal serta memiliki luas permukaan yang tinggi (Kiani *et al.*, 2020). Karbon aktif memiliki konduktivitas listrik yang rendah, sehingga dicari alternatif untuk mendapatkan material dengan konduktivitas panas yang rendah dan konduktivitas listrik yang tinggi yaitu mengkompositkan karbon aktif dengan material yang memiliki nilai konduktivitas listrik yang tinggi seperti tembaga (II) oksida (CuO) (Alorabi *et al.*, 2020).

CuO adalah salah satu oksida logam yang berguna dan memiliki banyak kegunaan di berbagai bidang. CuO memiliki *band gap* yang kecil yakni 1,2 eV

hampir dekat dengan *band gap* semikonduktor yang sering digunakan sebagai material termoelektrik (Aparna *et al.*, 2012). Karbon aktif yang digunakan pada penelitian ini adalah karbon aktif dari sabut pinang (*Areca catechu* L) dan CuO yang digunakan adalah serbuk CuO murni.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik melakukan penelitian tentang komposit karbon aktif sabut pinang - CuO. Diharapkan dengan menggunakan material komposit karbon aktif sabut pinang - CuO sebagai material termoelektrik dapat dijadikan suatu bagian dari material termoelektrik dengan kualitas yang baik, ramah lingkungan serta ekonomis.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan energi listrik meningkat maka dibutuhkan alternatif baru untuk sumber energi.
2. Masih banyak sumber energi listrik yang belum dimanfaatkan, seperti energi panas.
3. Pengembangan energi listrik alternatif dari energi panas (generator termoelektrik) masih didominasi oleh semikonduktor berbahan Bi, Si, Te, Ge dan lainnya yang harganya sangat mahal.
4. Penggunaan komposit karbon aktif dengan oksida logam sebagai material termoelektrik masih di tahap penelitian belum pada tahap aplikasi.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Karbon aktif yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari sabut pinang (*Areca catechu* L).
2. Karbon aktif dari sabut pinang (*Areca catechu* L) di kompositkan dengan CuO.
3. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian konduktivitas listrik, pengujian daya hantar panas, dan pengujian efek *seebeck*.
4. Pengkarakterisasian komposit karbon aktif - CuO dilakukan dengan XRD, XRF dan DR-UV.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, agar penelitian ini lebih terarah maka penulis merumuskan masalahnya adalah :

1. Bagaimana melakukan preparasi karbon aktif dari sabut pinang (*Areca catechu* L) sebagai material termoelektrik?
2. Bagaimana membuat komposit karbon aktif dari sabut pinang (*Areca catechu* L) dengan CuO sebagai material termoelektrik sistem C - CuO?
3. Bagaimana hasil pengujian dan karakterisasi material termoelektrik dari komposit karbon aktif - CuO?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Melakukan preparasi karbon aktif dari sabut pinang (*Areca catechu* L) sebagai material termoelektrik.
2. Membuat komposit karbon aktif - CuO dari sabut pinang (*Areca catechu* L) sebagai material termoelektrik.

3. Melakukan pengujian dan karakterisasi komposit C – CuO sebagai material termoelektrik.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini sebagai berikut :

1. Memberikan informasi serta pengetahuan tentang material termoelektrik dari karbon aktif - CuO.
2. Memberi wawasan tentang alternatif baru energi listrik yang berasal dari material termoelektrik.
3. Dapat dijadikan sebagai bahan rujukan untuk penelitian selanjutnya.