

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF LIMBAH CANGKANG  
BUAH KARET (*Hevea brasiliensis*) SEBAGAI MATERIAL  
TERMOELEKTRIK SISTEM C-CuO**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains*



Oleh:

**LIZA OKTA AFNEL  
NIM/TM. 18036130/2018**

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

2022

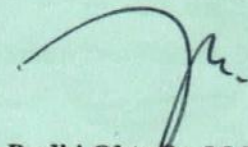
## PERSETUJUAN SKRIPSI

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF LIMBAH CANGKANG BUAH KARET  
(*Hevea brasilliesis*) - SEBAGAI MATERIAL TERMOELEKTRIK SISTEM  
C-CuO**

Nama : Liza Okta Afnel  
NIM : 18036130  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

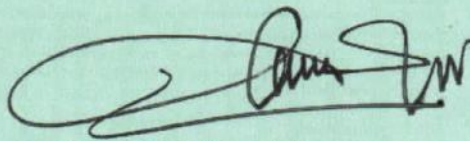
Padang, 15 November 2022

Mengetahui:  
Kepala Departemen Kimia



**Budhi Oktavia, 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

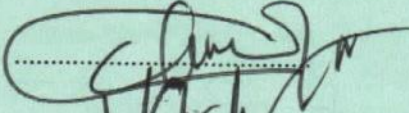
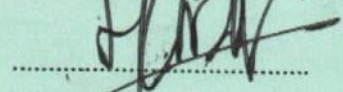
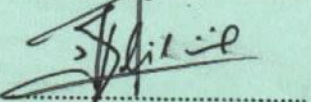
Nama : Liza Okta Afnel  
NIM : 18036130  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### PEMANFAATAN KARBON AKTIF LIMBAH CANGKANG BUAH KARET (*Hevea brasilliesis*) - SEBAGAI MATERIAL TERMOELEKTRIK SISTEM C-CuO

Dinyatakan Lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Kimia Departemen Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 15 November 2022

#### Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Ananda Putra, S.Si., M.Si., PhD	
Anggota	: Dr. Hardeli, M.Si	
Anggota	: Dra. Syamsi Aini, M.Si., PhD	

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Liza Okta Afnel  
NIM : 18036130  
Tempat/Tanggal lahir : Padang Sibusuk/ 23 Oktober 1999  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Judul Skripsi : **Pemanfaatan Karbon Aktif Limbah Cangkang Buah Karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai material termoelektrik Sistem C-CuO**

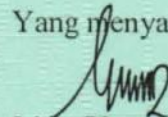
Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP 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. Pada 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 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, 15 November 2022

Yang menyatakan



**Liza Okta Afnel**  
NIM. 18036130

# **Pemanfaatan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet ( *Hevea brasiliensis* ) Sebagai Material Termoelektrik Sistem C – CuO**

**Liza Okta Afnel**

## **ABSTRAK**

Pemanfaatan limbah cangkang buah karet dijadikan komposit karbon aktif – CuO sebagai material termoelektrik telah berhasil dibuat. Pada waktu 60 menit suhu 370 °C adalah waktu dan suhu optimum pembuatan karbon serta dengan lama waktu aktivasi 14 jam untuk karbon aktif optimum. Pencampuran karbon aktif dengan CuO menggunakan refluks adalah proses pembuatan komposit material. Material komposit perbandingan 3 gram karbon aktif : 7 gram CuO dengan ukuran material 3 cm x 3 cm x 0,5 cm merupakan material komposit termoelektrik yang terbaik. Dengan nilai konduktivitas listrik sebesar  $0,1075 \text{ M}\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ , daya hantar panas yang rendah 12,811 J/s dan tegangan listrik (efek *Seebeck*) yang tinggi  $25,22 \cdot 10^{-3} \text{ mV/K}$ . Hasil karakterisasi menggunakan XRD terhadap komposit karbon aktif – CuO menunjukkan struktur amorf dan kristalin yang tidak merubah struktur kristal pada CuO. Kemudian hasil karakterisasi XRF menunjukkan tidak ada zat baru yang terbentuk baik sebelum ataupun setelah aktivasi karbon dan komposit karbon aktif – CuO. Dan hasil karakterisasi menggunakan UV-DRS menunjukkan energi gap pada material komposit yaitu 1,33 eV.

**Kata kunci:** Cangkang Buah Karet, Karbon Aktif, Tembaga (II) Oksida CuO, Komposit Karbon Aktif – CuO , Material Termoelektrik

# **Utilization of Rubber Fruit Shell ( *Hevea brasiliensis*) Activated Carbon as Thermoelectric Material for C-CuO System**

**Liza Okta Afnel**

## **ABSTRACT**

The utilization of rubber fruit shell waste as a composite of activated carbon – CuO as a thermoelectric material has been successfully made. At 60 minutes the temperature of 370 oC is the optimum time and temperature for making carbon and with an activation time of 14 hours for optimum activated carbon. Mixing activated carbon with CuO using reflux is a process for making composite materials. Composite material with a ratio of 3 grams of activated carbon: 7 grams of CuO with a material size of 3 cm x 3 cm x 0.5 cm is the best thermoelectric composite material. With an electrical conductivity value of 0.1075 MΩ.cm-, a low thermal conductivity of 12.811 J/s and a high electrical voltage (Seebeck effect) of 25.22 10<sup>-3</sup> mV/K. The results of characterization using XRD of activated carbon – CuO composites showed amorphous and crystalline structures that did not change the crystal structure of CuO. Then the results of XRF characterization showed that no new substances were formed either before or after the activation of carbon and activated carbon composites – CuO. And the result of characterization using UV-DRS shows the energy gap in the composite material is 1.33 eV.

**Kata kunci:** Rubber Fruit Shell, Activated Carbon, Copper (II) Oxide CuO, Composite Activated Carbon – CuO , Thermoelectric Material

## KATA PENGANTAR

*Assalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh*

Puji dan Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidaah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul **“Pemanfaatan Karbon Aktif Limbah Cangkang Buah Karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai Material Termoelektrik Sistem C–CuO”**.

Proposal penelitian ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mata kuliah seminar proposal di Program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Kelancaran penulisan proposal penelitian ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, petunjuk dan masukan yang bermanfaat dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Allah SWT, Tuhan Semesta Alam, yang telah memberikan nikmat menuntut ilmu sehingga penulis dapat menambah wawasan di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Effendi, S.Pd, M.Sc selaku penasehat akademik.
3. Bapak Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D selaku pembimbing penelitian.
4. Bapak Dr. Hardeli, M.si selaku penguji.
5. Ibuk Dra. Syamsi Aini, M.Si., Ph.D selaku penguji.
6. Ibuk Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
7. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Prodi Kimia Universitas Negeri Padang.

8. Orang tua penulis yang telah meridhoi dan mendukung sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian.

Dalam penyusunan proposal ini, penulis berpedoman kepada buku Panduan Penulisan Proposal Non Kependidikan 2019 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Penulis sadar bahwasannya proposal penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dengan kerendahan hati penulis berharap akan masukkan, kritikan serta saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

*Wassalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh*

Padang, Agustus 2022

Liza Okta Afnel



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah .....	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA .....	6
A. Material Termoelektrik .....	6
1. Pengertian dan Sejarah Perkembangan Material Termoelektrik .....	6
2. Prinsip dan Fenomena Material Termoelektrik .....	7
3. Jenis – jenis Material Termoelektrik .....	9
4. Aplikasi Material Termoelektrik .....	12
B. Karbon Aktif.....	13
C. Cangkang Buah Karet.....	16
D. Tembaga (II) Oksida (CuO).....	18
E. Karakterisasi .....	19
1. Analisa <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	19
2. Analisa DR–UV .....	21
3. Analisa XRF.....	22
BAB III .....	25
METODE PENELITIAN.....	25
A. Waktu dan Tempat.....	25
B. Objek Penelitian.....	25

C. Variabel Penelitian.....	25
D. Alat dan Bahan.....	26
1. Alat.....	26
2. Bahan.....	26
E. Prosedur Penelitian .....	26
1. Preparasi Karbon Aktif dari Cangkang buah karet ( <i>Hevea brasiliensis</i> ) .....	27
2. Karbonisasi dan Aktivasi Cangkang buah karet ( <i>Hevea brasiliensis</i> ).....	27
3. Pengujian Karakteristik Karbon Aktif.....	27
4. Preparasi Komposit Karbon Aktif-CuO .....	30
5. Pencetakan Material .....	30
7. Karakterisasi Komposit Karbon Aktif-CuO .....	32
F. Desain Penelitian .....	34
BAB IV .....	35
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
A. Karbon Aktif Cangkang Buah Karet ( <i>Hevea brasiliensis</i> ) .....	35
B. Karbonisasi, Aktivasi dan Karakteristik Karbon Aktif .....	35
C. Pencetakan Material Komposit Karbon Aktif - CuO .....	39
A. Pengujian Konduktivitas Listrik Perbandingan Massa .....	41
B. Pengujian Daya Hantar Panas Perbandingan Massa.....	42
C. Pengujian Tegangan Listrik yang Dihasilkan ( <i>Efek Seeback</i> ) Perbandingan Massa .....	43
D. Pengujian Konduktivitas Listrik Variasi Ketebalan .....	44
E. Pengujian Daya Hantar Panas Variasi Ketebalan .....	45
F. Pengujian Tegangan Listrik yang Dihasilkan ( <i>Efek Seeback</i> ) Variasi Ketebalan .....	46
G. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	46
H. Karakterisasi <i>X-Ray Fluorescence Spectrometer</i> (XRF) .....	49
I. Karakterisasi <i>Diffuse Reflectance-UV</i> (DR-UV) .....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
A. Kesimpulan .....	50
B. Saran .....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	51
LAMPIRAN.....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Persyaratan mutu arang aktif menurut SNI No. 06-3720-1995 (LIPI, 2000) ...	16
2. Komposisi Kimia Cangkang Buah Karet.....	18
3. Sifat Khas CuO .....	19

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Konsumsi Listrik Nasional.....	1
Gambar 2. Percobaan Seebeck tentang fenomena termoelektrik (Velmre, 2010)..	6
Gambar 4. Ilustrasi generator termoelektrik (Zheng, 2008) .....	8
Gambar 5. Ilustrasi material termoelektrik material logam .....	10
Gambar 6. (a) Karbon aktif dibangun oleh karbon grafit amorf (b) Struktur heksagonal layer dan grafit (c) Gugus fungsi permukaan karbon aktif (Marsh, H., & Rodríguez-Reinoso, 2006) .....	13
Gambar 7. Cangkang Buah Karet .....	17
Gambar 9. Serbuk Tembaga (II) Oksida (CuO).....	18

## DAFTAR LAMPIRAN

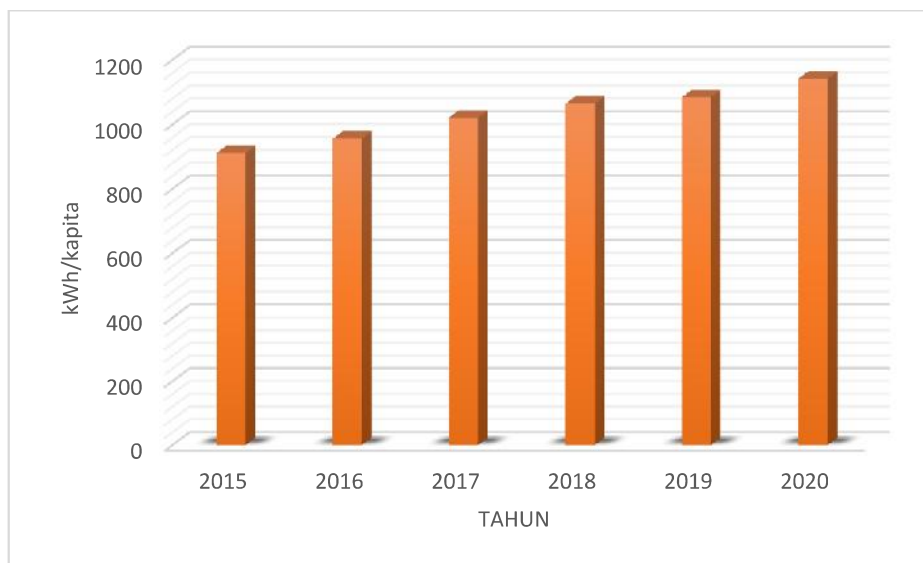
Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian.....	55
2. Preparasi, karbonisasi dan aktivasi pelepah kelapa sawit menjadi karbon aktif.....	55
3. Pengujian karakteristik karbon aktif .....	55
4. Preparasi komposit karbon aktif – CuO dan pencetakan material .....	56
5. Pengujian konduktivitas listrik ( $M\Omega \cdot cm$ ).....	57
6. Pengujian daya hantar panas (J/s) .....	57
7. Pengujian tegangan listrik yang dihasilkan (efek Seebeck).....	57
8. Analisa X-Ray Diffraction (XRD) .....	58
9. Analisa <i>X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF)</i> .....	58
10. Data variasi karbonisasi .....	60
11. Data karbon aktif optimum setelah aktivasi menggunakan $ZnCl_2$ .....	67
12. Tabel Nilai Konduktivitas Listrik .....	72
13. Tabel Nilai Tegangan Listrik Yang Dihasilkan (Efek Seebeck).....	72
14. Tabel Nilai Daya Hantar Panas .....	72
15. Tabel Nilai Konduktivitas Listrik .....	73
16. Tabel Nilai Tegangan Listrik Yang Dihasilkan (Efek Seebeck).....	74
17. Tabel Nilai Daya Hantar Panas .....	74
18. Data Hasil Karakterisasi XRD .....	75
19. Data Hasil Karakterisasi XRF .....	85
20. Data Hasil Karakterisasi UV-DRS.....	87
21. Dokumentasi Penelitian .....	88

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Aktivitas dan kehidupan manusia tidak dapat dipisahkan dengan kebutuhan energi listrik, listrik sudah menjadi penunjang bagi kehidupan. Sehingga dapat dipastikan terdapat peningkatan dalam konsumsi listrik nasional. Berdasarkan data pada tahun 2019 penggunaan listrik mencapai (1.084 kWh/kapita) mengalami peningkatan penggunaan sebesar 174 kWh/kapita jika dibandingkan dengan penggunaan pada tahun 2015 (910 kWh/kapita). Peningkatan konsumsi listrik nasional sejalan dengan sudah tersedianya listrik di hampir 95% wilayah Indonesia (Lidwina, 2020).



Gambar 1. Konsumsi Listrik Nasional

Di Indonesia sendiri memiliki beragam sumber energi yang dapat dimanfaatkan sebagai energi pembangkit listrik. Berdasarkan kapasitasnya pembangkit listrik terbagi 2 jenis, yaitu pembangkit dengan kapasitas makro dan

pembangkit dengan kapasitas mikro. Pembangkit berkapasitas makro pada umumnya menggunakan air, uap, gas dan nuklir. Sedangkan pembangkit listrik dengan kapasitas mikro berupa pemanfaatan energi panas. Pemanfaatan energi panas ini juga didukung dengan terletaknya Indonesia pada rentang garis khatulistiwa yang berdampak pada melimpahnya sumber energi surya yang dimiliki (Khalid *et al.*, 2015).

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 yang rendah, sehingga dicari alternatif untuk mendapatkan material dengan konduktivitas termal yang rendah dan konduktivitas listrik yang tinggi yaitu dari komposit 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 1,2 eV hampir dekat dengan *band gap* semikonduktor yang sering digunakan sebagai material termoelektrik (Aparma *et al.*, 2012). Karbon aktif yang digunakan pada penelitian ini adalah karbon aktif dari cangkang buah karet (*Hevea brasiliensis*) dan CuO yang digunakan adalah serbuk CuO murni.

Cangkang buah karet dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif, namun ada juga sebagian orang menggunakannya sebagai bahan untuk pembuatan berbagai kerajinan tangan. Dan juga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif yang dapat dimanfaatkan sebagai material termoelektrik tanpa mengeluarkan biaya yang terlalu besar. Penggunaan limbah cangkang buah karet dapat menjadi solusi penanganan penumpukan limbah organik cangkang buah karet dan pengolahan air limbah (Zulfadhli, 2017).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian kali ini berupa “Pemanfaatan Komposit Karbon Aktif Cangkang buah karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai Material Termoelektrik Sistem C – CuO”. Penelitian dilakukan dengan metode aktivasi kimia serta karakteristik struktur dan morfologi arang aktif dianalisis menggunakan XRD (*X-ray Diffraction*) dan pengamatan energi (*band gap*) yang dihasilkan dengan DR–UV (*Diffuse Reflectance – Ultra Violet*). Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu dari material termoelektrik kualitas yang bagus, ekonomis serta ramah lingkungan.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah berupa:

1. Kebutuhan energi listrik meningkat sehingga dibutuhkan alternatif baru sebagai 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 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 cangkang buah karet (*Hevea brasiliensis*).
2. Karbon aktif dari Cangkang buah karet (*Hevea brasiliensis*) dikompositkan dengan CuO.
3. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian konduktivitas listrik, pengujian daya hantar panas, dan pengujian efek *seebeck*.
4. Karakterisasi komposit karbon aktif – CuO dilakukan dengan XRD, DR–UV dan multimeter.

### D. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan di atas, maka dapat dituliskan rumusan masalah berupa:

1. Bagaimana melakukan preparasi karbon aktif dari Cangkang buah karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai material termoelektrik?
2. Bagaimana membuat komposit karbon aktif dari Cangkang buah karet (*Hevea brasiliensis*) dengan CuO sebagai material termoelektrik sistem C–CuO?

3. Bagaimana hasil pengujian dan karakteristik material termoelektrik Komposit Karbon Aktif – CuO?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan preparasi material karbon aktif dari Cangkang buah karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai material termoelektrik.
2. Membuat komposit karbon aktif – CuO sebagai material termoelektrik.
3. Melakukan pengujian dan karakterisasi pada material termoelektrik komposit C – CuO.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi dan pengetahuan mengenai material termoelektrik dari C – CuO.
2. Memberi wawasan mengenai alternatif energi listrik material termoelektrik.
3. Bisa di jadikan sebagai sumber referensi dan ide untuk penelitian lanjutan.