

**PENGARUH LEBAR DAN KETEBALAN KOMPOSIT C/CuO
TERHADAP KARAKTERISTIK MATERIAL
TERMoeLEKTRIK**

SKRIPSI

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



**Oleh
EDO NOVRIANSYAH
NIM. 19036006**

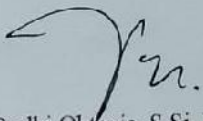
**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

PERSETUJUAN SKRIPSI


Judul : Pengaruh Lebar dan Ketebalan Komposit C/CuO berbasis Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Material Termoelektrik
Nama : Edo Novriansyah
NIM : 19036006
Program Studi : kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, November 2023

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia


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

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing


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

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

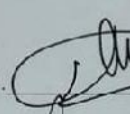
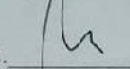
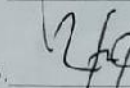
Nama : Edo Novriansyah
TM/NIM : 2019/19036006
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Pengaruh Lebar dan Ketebalan Komposit C/CuO Berbasis Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Material Termoelektrik

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, November 2023

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D	1. 
2	Anggota	Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si	2. 
3	Anggota	Umar Kalmar Nizar, S.Si, M.Si, Ph.D	3. 

SURAT PERNYATAAN TIDAK AKAN
MENUNTUT

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

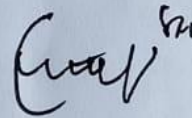
Nama : Edo Novriansyah
NIM : 19036006
Program Studi : Kimia NK
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Ujung Jalan, Nag. Luak Kapau Alam pauh Duo, Kec. Pauh Duo, Kab. Solok Selatan
Nomor HP : 082169162656

Saya menyatakan tidak akan menuntut Departemen Kimia FMIPA UNP atas dasar dan dalih apapun diforum manapun dikemudian hari apabila terjadi kehilangan maupun kerusakan terhadap ijazah, transkrip dan SKPI saya jika saya tidak mengambilnya setelah dikeluarkan oleh pihak Departemen Kimia FMIPA UNP.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab dan tanpa paksaan dari pihak lain untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Padang, November 2023

Mahasiswa yang bersangkutan,



Edo Novriansyah

Pengaruh Lebar dan Ketebalan Komposit C/CuO Berbasis Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Material Termoelektrik

Edo Novrianyah

ABSTRAK

Pengaruh ukuran lebar dan tebal material komposit pelepah kelapa sawit/CuO sebagai material termoelektrik telah berhasil ditentukan. Karbon aktif dari pelepah kelapa sawit yang di karbonisasi pada suhu 370°C selama 75 menit dan diaktivasi dengan ZnCl₂ 25% selama 11 jam di kompositkan dengan CuO dengan perbandingan 3 gram karbon aktif : 7 gram CuO. Selanjutnya komposit dicetak dengan ukuran Panjang 5 cm lalu dengan ukuran tebal dan lebar yang divariasikan. Material dengan ukuran material (p x l x t) (5,0 x 1,0 x 1,0) cm dan (5,0 x 1,0 x 0,5) cm merupakan material komposit termoelektrik terbaik. Dengan nilai konduktivitas listrik sebesar yaitu 0,195 MS/cm dan 0,0964 MS/cm, daya hantar panas 0,06 J/s dan 0,0964 J/s dan koefisien *Seebeck* 0,02 mV/°K dan 0,012 mV/°K. Akan tetapi pada pengujian bending material mudah rapuh. Selanjutnya material dengan ukuran (p x l x t) nya (5,0 x 1,0 x 0,5) cm dirangkai menjadi rangkaian seri. Saat diuji tegangan listriknya didapatkan 1,7mV. Hasil karakterisasi karbon, karbon aktif, dan komposit menggunakan FTIR menunjukkan terdapat gugus fungsi O–H, C–H, C=C, dan Cu–O. Kemudian hasil karakterisasi XRF nya menunjukkan adanya zat baru yang terbentuk setelah karbon diaktivasi yaitu ZnO dan setelah dikompositkan karbon aktif – CuO terbentuk zat CuO, tetapi zat-zat yang sebelumnya terdapat pada karbon dan karbon aktifnya hilang. Hasil karakterisasi XRD terhadap komposit karbon aktif – CuO menunjukkan struktur kristalin. Dan hasil karakterisasi menggunakan UV-DRS menunjukkan energi gap komposit yaitu 1,31 eV.

Effect of Width and Thickness of CuO/C Composite Based on Oil Palm Midrib Activated Carbon on Thermoelectric Material Characteristics

Edo Novrianyah

ABSTRACT

The effect of width and thickness of the composite material of kepok banana peel activated carbon - CuO as a thermoelectric material has been successfully determined. Activated carbon from palm fronds that was carbonized at 370°C and activated with ZnCl₂ 25% for 11 hours was composite with CuO in the ratio of 3 grams of activated carbon : 7 grams of CuO. Furthermore, the composite is printed with a length of 5 cm and then with varying thickness and width. Material with material size (p x l x t) (5.0 x 1.0 x 1.0) cm and (5.0 x 1.0 x 0.5) cm is the best thermoelectric composite material. With electrical conductivity values of 0.195 MS/cm and 0.0964 MS/cm, heat conductivity of 0.06 J/s and 0.08 J/s and Seebeck coefficient of 0,02 mV/°K and 0,012 mV/°K. However, in bending tests the material is easily brittle. Furthermore, the material with the size (p x l x t) (5.0 x 1.0 x 0.5) cm is assembled into a series circuit. When tested, the voltage obtained was 1.7 mV. The results of carbon, activated carbon, and composite characterization using FTIR show that there are O-H, C-H, C=C, and Cu-O functional groups. Then the XRF characterization results show the presence of new substances formed after carbon activation, namely ZnO and after the composite of activated carbon - CuO formed CuO substance, but the substances previously found in carbon and activated carbon are lost. The results of XRD characterization of the activated carbon - CuO composite show crystalline structure. And the results of characterization using UV-DRS show the composite gap energy is 1.31eV.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi Wabaraakatuh

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Lebar dan Ketebalan Komposit C/CuO Berbasis Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Material Termoelektrik”**. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan guna untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada program studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih atas bimbingan, dorongan dan semangat kepada:

1. Bapak Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D selaku pembimbing penelitian yang sudah memberikan arahan, bimbingan, bantuan serta motivasi dari awal sampai penyusunan skripsi
2. Ibu Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si sebagai selaku penasihat akademik sekaligus dosen pembahas yang sudah memberikan saran masukan, arahan, bimbingan, bantuan , dukungan serta motivasi dari awal sampai penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Umar Kalmar Nizar, S.Si, M.Si, Ph.D selaku dosen pembahas yang sudah memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini .
4. Bapak Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D selaku Ketua Departemen Kimia dan Ketua Prodi Kimia yang sudah memberikan arahan dan masukan selama menuntut ilmu .
5. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si selaku Sekretaris deartemen kimia yang sudah memberikan arahan dan dukungan selama menuntut ilmu.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang sudah membantu penulis selama menimba ilmu di Program Studi Kimia.
7. Terkhusus kepada orang tua penulis, yang senantiasa memberikan kasih sayang, nasehat, semangat dan pengorbanan yang tak tergantikan serta tiada hentinya selama ini memberikn do'a untuk kesuksesan penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis berpedoman kepada buku panduan Penulisan Skripsi Non Kependidikan 2019 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Akhirnya untuk kesempurnaan skripsi maka dengan kerendahan hati penulis berharap masukkan, kritikan serta saran yang membangun dari semua pihak. Atas saran dan masukkan yang diberikan penulis ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi wabarakaatuh

Padang, Oktober 2023

Edo Novriansyah

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
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 Fenomena Material Termoelektrik.....	7
B. Karbon Aktif	9
C. Pelepah Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis jacq</i>)	13
D. Tembaga (II) Oksida (CuO).....	16
E. Komposit.....	17
F. Pengujian Sifat Mekanik dan Karakterisasi Material.....	18
1. Bending Test.....	18
2. Analisis <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	18
3. Analisa <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	19
4. Analisis <i>Diffuse Reflectance UV</i> (DR-UV)	20
5. Analisis <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
A. Waktu dan Tempat	23

B. Objek Penelitian.....	23
C. Variabel Penelitian.....	23
1. Variabel Bebas	23
2. Variabel Terikat.....	23
3. Variabel Kontrol.....	23
D. Alat dan bahan.....	24
1. Alat	24
2. Bahan.....	24
E. Prosedur Penelitian.....	24
1. Preparasi karbon aktif dari Pelepah Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis jacq</i>)	24
2. Karbonisasi dan Aktivasi Pelepah Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis jacq</i>)	25
3. Pengujian Karakteristik Karbon Aktif.....	25
4. Preparasi Komposit karbon aktif/CuO	27
5. Percetakan Material	27
6. Pengujian Komposit Karbon Aktif/CuO	27
7. Pengujian Daya Hantar panas.....	28
8. Pengujian Tegangan Listrik yang Dihasilkan (Efek <i>Seebeck</i>)	29
9. Pengujian Bending Material Termoelektrik	29
10. Karakterisasi Komposit karbon aktif/CuO	30
11. Perangkaian Generator Termoelektrik	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
A. Karakterisasi Karbonisasi dan Aktivasi Pelepah Kelapa Sawit	33
B. Pengujian Komposit Karbn Aktif dengan CuO	35
1. Pengujian Konduktivitas Listrik.....	35
2. Pengujian Daya Hantar Panas	37
3. Pengujian Efek <i>Seebeck</i>	38
C. Pengujian Bending	40
D. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	41
E. Karakterisasi Fourier Transform Infrared (FTIR).....	42
F. Karakterisasi <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	43
G. Karakterisasi <i>UV – Diffuse Reflectanse</i> (UV-DRS).....	45

H. Pengujian Rangkaian Material Termoelektrik.....	47
BAB V_PENUTUP	49
A. Kesimpulan	49
B. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Pelepah Kelapa sawit.....	15
2. Sifat Khas CuO	17
3. Hasil Pengujian Karbon Waktu Karbonisasi Selama 75 Menit	33
4. Hasil Pengujian Karbon Aktif Waktu Aktivasi Optimum Selama 11 Jam	34
5. Kadar air, Kadar abu, dan kadar uap karbonisasi pada temperatur 370°C.....	59
6. Kadar Karbon Terikat Karbonisasi temperatur 370°C	60
7. Kadar air, kadar abu, dan kadar uap karbon aktif aktivator ZnCl ₂	60
8. Kadar uap karbon aktif aktivator ZnCl ₂	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Konsumsi Listrik Nasional (Lindwina, 2020).....	1
Gambar 2. Percobaan Seebeck (Tallina Tehnikaikool Departmen of Electronics <i>et al.</i> , 2010).....	6
Gambar 3. Efek Pada termoelektrik (Zheng, 2008).....	8
Gambar 4. Generator Termoelektrik (Zheng, 2008).....	8
Gambar 5. Struktur Kimia Karbon Aktif.....	10
Gambar 6. Struktur Karbon Aktif (Sudirman, 2003).....	10
Gambar 7. Mekanisme Reaksi Aktifitasi dengan Aktivator ZnCl ₂ (Restu, 2013).....	12
Gambar 8. Karbon Aktif.....	13
Gambar 9. Pelepah Kelapa Sawit.....	14
Gambar 10. (a) Struktur Lignin (b) Struktur Hemiselulosa (c) Struktur Pektin.....	15
Gambar 11. Serbuk Tembaga (II) Oksida (CuO).....	16
Gambar 12. Struktur Kristal Monoklin Tembaga (II) Okida (CuO.....	16
Gambar 13. Grafik pengaruh lebar cetakan terhadap konduktivitas listrik.....	35
Gambar 14. Grafik kpengaruh lebar terhdap konduktivitas listrik.....	36
Gambar 15. Grafik pengaruh tebal cetakan terhadap daya hantar panas panas.....	37
Gambar 16. Grafik pengaruh lebar cetakan terhadap daya hantar panas.....	37
Gambar 17. Grafik pengaruh tebal cetakan terhadap koefisien seebeck.....	39
Gambar 18. Grafik pengaruh lebar cetakan terhadap koefisien seebeck.....	39
Gambar 19. Spektrum XRD : (a) Karbon Aktif , dan (b) Komposit karbon aktif/CuO (c) CuO murni.....	42
Gambar 20. FTIR Karbon, Karbon Aktif, dan Komposit karbon aktif/CuO.....	43
Gambar 21. Grafik Nilai Band Gap: (a) Karbon Aktif (b) Komposit karbon aktif /CuOdan (c) CuO murni.....	46
Gambar 22. Grafik Pengaruh Kenaikan Temperatur Terhadap Tegangan Listrik yang Dihasilkan.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian	54
2. Perhitungan Reagen	59
3. Data Karbonisasi dengan waktu 75 menit (optimum).....	59
4. Data nilai karbon aktif tertinggi setelah aktivasi menggunakan ZnCl selama 11 jam (optimum)	60
5. tabel Nilai Konduktivitas Listrik variasi Ketebalan.....	62
6. Tabel Nilai Konduktivitas Variasi Lebaran	62
7. pengujian daya Hantar Panas Variasi Ketebalan	62
8. pengujian daya Hantar Panas Variasi Lebaran.....	63
9. Pengujian tegangan Listrik yang dihasilkan (Efek Seebeck).....	64
10. Pengujian tegangan Listrik yang dihasilkan (Efek Seebeck) variasi Lebaran	64
11. Data Hasil Karakterisasi XRD	65
12. Data Hasil Karakterisasi FT-IR.....	68
13. Data Hasil Karakterisasi UV-DRS.....	69
14. Data Hasil Karakterisasi XRF.....	76
15. Dokumentasi Penelitian	77

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sumber energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting bagi kehidupan manusia, sehingga mengakibatkan konsumsi listrik nasional mengalami peningkatan tiap tahunnya. Berdasarkan data diketahui bahwa di tahun 2019 (1084 kWh/kapita) terjadi peningkatan penggunaan energi listrik sebesar 174 kWh/kapita. Jika dibandingkan penggunaan tahun 2015 (910 kWh/kapita), peningkatan ini bisa terjadi seiring dengan tersediannya keberadaan listrik di wilayah Indonesia mencapai sebesar 95% (Lindwina, 2020).



Gambar 1. Konsumsi Listrik Nasional (Lindwina, 2020)

Indonesia memiliki beragam sumber energi yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik, salah satunya dengan memanfaatkan energi panas. Berbagai sumber energi panas yang dapat dijadikan sebagai sumber energi listrik seperti matahari, panas bumi, panas pembakaran yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Pemanfaatan energi panas ini disokong dengan keberadaan Indonesia di rentang garis khatulistiwa yang mengakibatkan dengan melimpahnya sumber

energi yang didapati (Khalid *et al.*, 2016). Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pengembangan energi listrik alternatif dengan mengubah energi panas menjadi material termoelektrik.

Material termoelektrik dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dengan cara penerapan efek *Seebeck*. Penerapan efek *Seebeck* merupakan suatu fenomena dimana munculnya suatu tegangan karena adanya perbedaan temperatur yang terjadi pada suatu sambungan dari dua buah material yang berbeda. Bahan yang dimanfaatkan untuk komponen listrik adalah bahan yang bisa mengkonversikan energi panas menjadi energi listrik atau saat diberi tegangan listrik terjadi perbedaan temperatur. (Zhao *et al.*, 2021).

Bahan termoelektrik pada saat sekarang ini menjadi pusat perhatian dalam penelitian karena adanya kelimpahan energi dalam penggunaannya (Huang *et al.*, 2021). Apabila dikembangkan lebih lanjut, teknologi termoelektrik ini dapat menghasilkan energi dengan skala yang besar sehingga bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik (Ginanjar *et al.*, 2019). Generator termoelektrik saat ini banyak dimanfaatkan sebagai barang elektronik seperti baterai *handphone*, laptop, kulkas dan lain sebagainya. Ukuran dari material termoelektronik merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas dan karakteristik dari material termoelektrik. Jika ukuran suatu material kecil, maka lebih efisien digunakan pada perangkat elektronik tetapi tidak dapat dipastikan bahwa kualitas material termoelektrik yang dihasilkan juga bagus.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sadiq dan Putra (2022), tentang “Pemanfaatan Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis jacq*) sebagai Material Termoelektrik Sistem C/CuO”, penelitian tersebut dilakukan dengan

metode aktivasi kimia serta karakteristik bentuk dan ukuran kristal dari material komposit selanjutnya dianalisis menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*), pengamatan energi (*band gap*) yang dihasilkan dengan UV-DRS (*UV-Diffuse Reflectance Spectroscopy*), mengidentifikasi unsur kimia lain dengan XRF (*X-Ray Fluorescence Spectrometer*), serta pengukuran tegangan dengan *voltmeter*. Namun penelitian tersebut belum sampai pada tahap aplikasi, yaitu masih pada tahap pembuatan komposit karbon aktif/CuO untuk material termoelektrik. Dimana perbandingan massa material kompositnya adalah 7 gram CuO : 3 gram karbon aktif, yang memiliki nilai konduktivitas listrik yang tinggi konduktivitas termal rendah dan tegangan listrik (efek *Seebeck*) yang tinggi.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang **“Pengaruh Lebar dan Ketebalan Komposit C/CuO Berbasis Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Material Termoelektrik”**. Penelitian ini dilakukan dengan memberikan variasi ukuran pada lebar dan ketebalan dari material termoelektrik, kemudian dilakukan mekanik pada material termoelektrik untuk mengetahui kekuatan dari material termoelektrik tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber energi alternatif dengan kualitas yang baik dan ramah lingkungan.

B. Identifikasi Masalah

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

1. Kebutuhan energi listrik semakin meningkat maka diperlukan adanya alternatif baru sebagai bahan sumber energi.
2. Pemanfaatan komposit karbon aktif/CuO masih dalam tahap penelitian dan belum sampai pada tahap pengaplikasian.

3. Ukuran material termoelektrik merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi karakteristik dari material termoelektrik.
4. Melanjutkan penelitian terdahulu untuk mengaplikasikan material termoelektrik.

C. Batasan Masalah

Dari identifikasi masalah di atas, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Komposit karbon aktif/CuO dengan lima variasi ukuran lebar dan ketebalan.
2. Komposit karbon aktif/CuO dilakukan pengujian arus listrik, daya hantar panas dan efek *Seebeck*.
3. Pengujian sifat mekanik material termoelektrik berupa bending dengan menggunakan *Tensile Strength*.
4. Karakterisasi komposit karbon aktif/CuO dengan menggunakan FTIR, XRF, XRD, dan UV-DRS.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan di atas, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi ukuran terhadap material komposit karbon aktif/cuO dengan koefisien *Seebeck* yang tinggi?
2. Bagaimana cara mengaplikasikan komposit karbon aktif/CuO menjadi material termoelektrik?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian:

1. Mengetahui pengaruh variasi ukuran terhadap material komposit karbon aktif/CuO dengan koefisien *Seebeck* yang tinggi.
2. Mengaplikasikan material komposit karbon aktif/CuO menjadi material termoelektrik.

F. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi dan pengetahuan tentang pengaruh variasi ukuran terhadap material komposit karbon aktif/CuO serta cara pengaplikasiannya menjadi material termoelektrik.
2. Dapat dijadikan sebagai sumber referensi dan ide untuk penelitian selanjutnya.