Asian Journal of
Science, Technology, Engineering, and Art

e-ISSN : 3025-4507
p-ISSN : 3025-5287
Index : Harvard, Boston, Sydney University, Dimensions, Lens, Scilit, Semantic, Google, etc

https://doi.org/10.58578/AJSTEA.v1i2.2069

PENGARUH VARIASI UKURAN KETEBALAN MATERIAL TERHADAP KARAKTERISTIK TERMOELEKTRIK KOMPOSIT CUO/KARBON AKTIF KULIT PISANG KEPOK

The Effect of Varying Material Thickness on the Thermoelectric Characteristics of CuO/Activated Carbon Composites Derived from Kepok Banana Peel

Rihadatul Aisyi & Ananda Putra
Universitas Negeri Padang
rihadatulaisyi14@gmail.com; anandap@fmipaunp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Oct 7, 2023	Oct 26, 2023	Nov 1, 2023	Nov 7, 2023

Abstract

Thermoelectric is a device that can convert heat energy into electrical energy. One thing that influences the quality and characteristics of a thermoelectric material is the size of the thermoelectric material. In this research, we will look at the effect of the size of the thermoelectric material which has been varied in thickness. The thermoelectric material itself is made from a composite of active carbon from kepok banana peel with CuO with a mass ratio of 3:7. The composite was then printed with varying mold thickness sizes and the results were that a mold with a thickness of 0.5 cm was the best mold with an electrical conductivity value of 0.2 MS/cm, a heat conductivity value of 0.0680394 J/s, a value the Seebeck coefficient is 1.13229 mV/oK. The band gap value of the activated carbon and CuO composite resulting from the DR-UV test is 1.27 eV

Keywords : Actived Carbon; Composite; CuO; Kepok Banana Peel; Material Size; Thermoelectric

AJSTEA Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

Abstrak : Termoelektrik merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi panas menjadi energi listrik. Salah satu hal yang mempengaruhi kualitas dan karakteristik suatu bahan termoelektrik adalah ukuran bahan termoelektrik tersebut. Pada penelitian ini akan melihat pengaruh ukuran material termoelektrik yang ketebalannya divariasikan. Bahan termoelektrik sendiri terbuat dari komposit karbon aktif kulit pisang kepok dengan CuO dengan perbandingan massa 3:7. Komposit kemudian dicetak dengan ukuran ketebalan cetakan yang bervariasi dan hasilnya cetakan dengan ketebalan 0,5 cm merupakan cetakan terbaik dengan nilai konduktivitas listrik 0,2 MS/cm, nilai konduktivitas panas 0,0680394 J/s, nilai koefisien Seebeck adalah 1,13229 mV/oK. Nilai band gap komposit karbon aktif dan CuO hasil uji DR-UV sebesar 1,27 eV

Kata Kunci : CuO; Karbon Aktif; Komposit; Kulit Pisang Kepok; Termoelektrik; Ukuran Material.

PENDAHULUAN

Listrik merupakan energi yang sering digunakan manusia untuk mengaktifkan dan menggerakkan semua benda. Sampai saat ini sumber utama listrik masih memanfaatkan bahan bakar fosil yang dapat habis jika digunakan selalu. Dalam upaya mengurangi penggunaan bahan bakar tersebut dan menghasilkan listrik baru diperlukan sumber energi alternatif dan terbarukan yaitu melalui proses termoelektrik.

Termoelektrik merupakan perangkat yang dapat mengubah energi kalor menjadi energi listrik atau menyerap energi panas, keduanya dapat digunakan untuk menghilangkan panas dari suatu lingkungan tanpa memancarkan karbon dioksida atau gas berbahaya lainnya seperti unsur logam berat. Bahan komponen termoelektrik ini memiliki kemampuan untuk mengubah suhu saat diberi tegangan listrik atau mengubah energi panas menjadi energi listrik (Sutjahja, 2011). Salah satu bahan dari termoelektrik adalah karbon aktif.

Karbon aktif dapat menghantarkan listrik yang sangat baik, memiliki ketahanan terhadap bahan kimia, dan mempunyai harga yang wajar, sehingga karbon aktif merupakan material yang banyak digunakan sebagai elektroda untuk superkapasitor (Aripin *et al*., 2010). Limbah organik dapat digunakan untuk membuat karbon aktif, salah satunya yaitu kulit pisang kepok. Susunan kimia kulit pisang meliputi selulosa sebesar 14,56%, hemiselulosa sebesar 23,20%, dan 21,29% lignin (Sukowati & Rizal, 2014). Hal tersebut menjadi penunjang bahwa kulit pisang dapat dihunakan sebagai karbon aktif. Akan tetapi, untuk mendapatkan material dengan konduktivitas termal rendah dan konduktivitas listrik tinggi diperlukan alternatif karena karbon aktif memiliki konduktivitas listrik yang relatif rendah yaitu 0,001 S/m. Maka karbon aktif tersebut dikompositkan dengan CuO.

Komposit ialah sistem yang mencakup dua atau lebih elemen berbeda yang tidak kompatibel dalam bentuk dan komposisi. Bahan komposit pada umumnya merupakan zat dengan sejumlah kualitas yang mungkin tidak dimiliki oleh semua bagian penyusunnya (Iskandar & Sugiyanto, 2013).

Tembaga (II) oksida (CuO) memiliki daya serap yang tinggi sehingga termasuk semikonduktor yang berpotensi untuk digunakan sebagai material listrik. Logam ini memiliki sifat semikonduktor tipe-p. Pada fasa curah (bulk) logam ini menunjukkan celah pita sempit sebesar 1,2 eV (Singh, 2010).

Karbon aktif kulit pisang kepok dikompositkan dengan CuO dengan perbandingan 3:7. Dilakukan dengan perbandingan ini dikarenakan merupakan komposit yang memiliki nilai optimum saat pengujian (Arazi & Putra, 2020). Selanjutnya komposit tersebut dicetak menjadi material termoelektrik. Salah satu variabel yang mempengaruhi kualitas dan sifat bahan termoelektrik adalah ukuran dari termoelektriknya. Jika ukuran dari suatu material termoelektrik semakin kecil, maka akan lebih efisien jika digunakan. Akan tetapi, tidak dapat dipastikan bahwa karakteristik dari material termoelektrik yang dihasilkan juga bagus. Memiliki koefisien seebeck dan konduktivitas listrik yang tinggi, serta konduktivitas termal yang rendah merupakan karakteristik utama bahan termoelektrik yang baik

Pada penelitian ini komposit karbon aktif kulit pisang kepok dengan CuO akan dimanfaatkan untuk membuat material termoelektrik dengan ukuran tebal bervariasi yang selanjutnya akan diuji kualitasnya.

METODE

Alat, Bahan dan Instrumen

Alat–alat yang digunakan diantaranya yaitu furnace, cawan porselen, lumpang dan alu, ayakan 150μm, gelas kimia, gelas ukur, batang pengaduk, spatula, botol semprot, corong, labu refluk, statif, kondensor, multimeter, magnetic stirrer, termometer, neraca analitik, pipet tetes, kabel listrik, penjepit buaya, pisau. Bahan-bahan yang digunakan yaitu kulit pisang kepok, serbuk tembaga (II) oksida (CuO) murni, H_2SO_4 4N, gliserol, plat tembaga, plat alumunium, alumunium foil, , kertas indikator (pH), aquades, kertas saring. Instrumen yang digunakan yaitu UV – DR.

Prosedur Penelitian

Preparasi Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok

Kulit pisang terlebih dahulu dicuci lalu dikeringkan di bawah cahaya matahari. Kulit pisang dikarbonisasi dengan furnace pada suhu 300°C selama 60 menit dalam cawan penguap yang dibungkus alumunium foil dan didinginkan dalam desikator. Kemudian karbon dihancurkan sampai halus dengan lumpang dan alu, kemudian disaring menggunakan ayakan 150µm, karbon selanjutnya diaktivasi dengan cara direndam sebanyak 6 gram karbon selama 24 jam dengan reagen aktivator H_2SO_4 4N sebanyak 25 mL. Selanjutnya disaring lalu pH nya dinetralkan dengan aquades, lalu oven pada suhu 110°C selama 1 jam (Husna & Putra, 2019).

Preparasi Material Cetakan Komposit Karbon Aktif – CuO

Karbon aktif selanjutnya dicampurkan dengan CuO dengan perbandingan 3 gram karbon aktif dan 7 gram tembaga (II) oksida. Campuran tersebut direfluk dengan suhu 90°C seraya diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan waktu 1 jam dengan menggunakan pelarut aquades 100 ml, selanjutnya disaring dan dioven 1 jam pada suhu 105°C.

Selanjutnya komposit ditambah tetes demi tetes gliserol hingga berbentuk pasta. Kemudian pasta dicetak pada sebuah cetakan alumunium dengan divariasikan ukuran (panjang x lebar x tebal) dengan memvariasikan ukuran tebal pada percetakan sebagai berikut (5,0 x 1,0 x 1,5) cm, (5,0 x 1,0 x 1,3) cm, (5,0 x 1,0 x 1,0) cm, (5,0 x 1,0 x 0,8) cm, (5,0 x 1,0 x 0,5) cm. Setelah dicetak tancapkan 4 buah batang logam tembaga pada masing-masing cetakan, lalu dijemur 2 hari dibawah sinar matahari, selanjutnya selama 1 jam dioven secara bertahap dari suhu 40°C, 60°C, 80°C, 100°C, 120°C kemudian didinginkan sampai temperatur kamar.

Pengujian Konduktivitas Listrik

Pengujian konduktivitas listrik dilakukan dengan memberikan tegangan listrik sebesar 5 volt ke salah satu batang logam pada material kemudian pada batang lain diukur arus listrik yang dihasilkan dengan menggunakan multimeter. Untuk menentukan konduktivitas listriknya, arus listrik yang dihasilkan diolah dengan menggunakan rumus:

$$R = \frac{v}{I}$$

$$\rho = \frac{RA}{L}$$

$$\sigma = \frac{I}{\rho}$$

Dimana:

R = hambatan (MΩ)

V = tegangan (volt)

I = kuat arus (μA)

L = panjang (cm)

A = luas penampang (cm^2)

ρ = resistivitas (MΩcm)

σ = konduktivitas listrik (MS/cm)

Pengujian Daya Hantar Panas

Pengujian daya hantar panas dapat dilakukan dengan mengalirkan panas pada sisi bawah material yang dicetak (T2) dengan variasi suhu 40°C, 60°C, 80°C menggunakan *hot plate*, setelah 5 menit panas pada posisi atas material diukur dengan menggunakan termometer (T1). untuk menentukan daya hantar panas data yang diperoleh diolah dengan menggunakan rumus:

$$Q = mc.\Delta T$$

$$H = \frac{Q}{t}$$

Dimana:

H = daya hantaran panas (J/s)

Q = kalor (J)

t = waktu (s)

m = massa (kg)

Pengujian Koefisien *Seebeck*

Pengujian koefisien *Seebeck* dilakukan dengan cara mengalirkan panas pada sisi bawah material sampel dan material pembanding (Oksida logam murni) dengan variasi suhu 40°C, 60°C, 80°C, yang dihubungkan dengan sebuah lempengan alumunium, pada sisi atas material sampel dan material pembanding diberi lempeng tembaga yang masing-masingnya dihubungkan langsung pada multimeter untuk mengukur tegangan listrik yang dihasilkan. Untuk menentukan koefisien *seebeck*, tegangan listrik yang dihasilkan diolah dengan menggunakan rumus:

$$S=\frac{Es}{T}$$

Dimana:

S = koefisien *seebeck* (mV/°K)

Es = potensial listrik (mV)

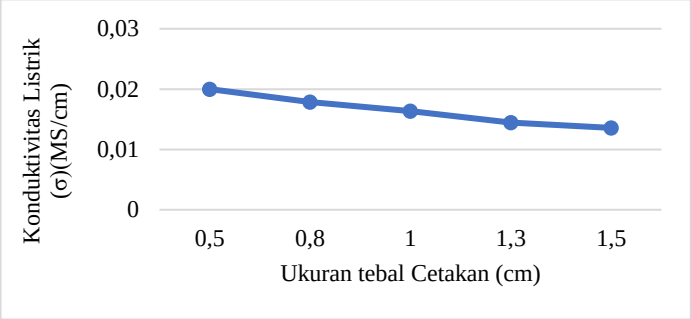
T = suhu (°K)

Pengujian UV – DR

Sampel diuji yaitu berupa komposit karbon aktif dengan CuO. Sampel dimasukkan ke tempat sampel (*holder*). Kemudian dianalisa dengan komputer menghasilkan sebuah spektrum. Analisa ini berfungsi untuk mengamati energi (*band gap*) yang dihasilkan dari sampel tersebut.

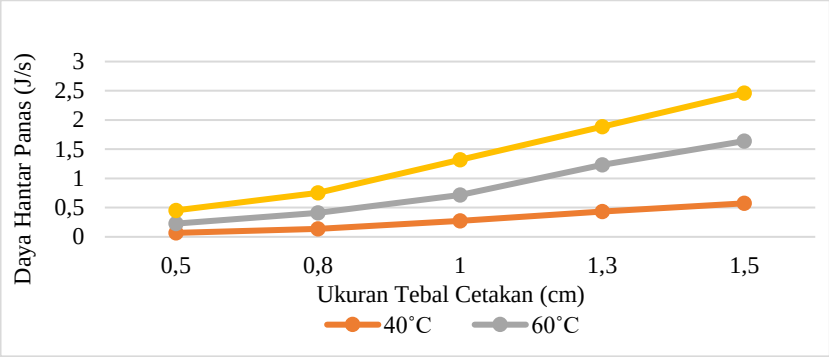
HASIL

1. Pengujian Konduktivitas Listrik



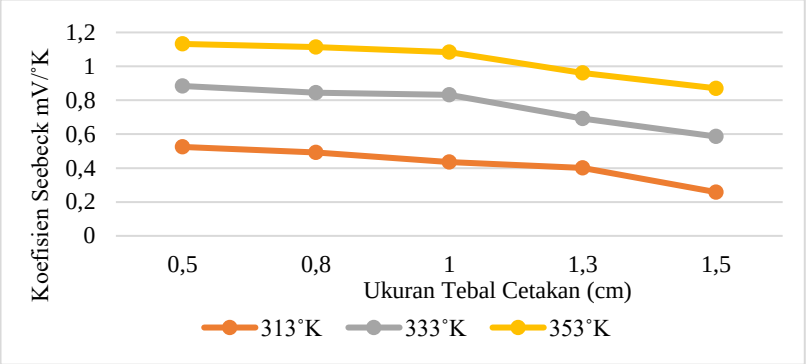
Gambar 1 *Pengaruh tebal material terhadap konduktivitas listrik*

2. Pengujian Daya Hantar Panas



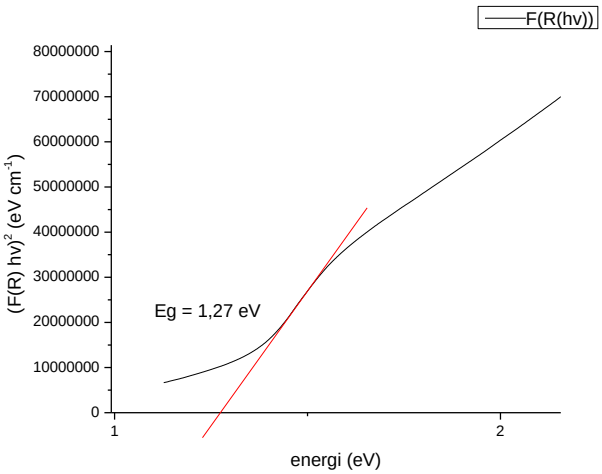
Gambar 2 *Pengaruh tebal material terhadap daya hantar panas*

3. Pengujian Koefisien Seebeck



Gambar 3 *Pengaruh tebal material terhadap koefisien* seebeck

4. Pengujian UV - DR



Gambar 4 *Hasil uji UV - DR*

PEMBAHASAN

1. Preparasi Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok

Kulit pisang kepok yang sebelumnya dicuci dengan air untuk dihilangkan pengotornya selanjutnya dijemur dibawah sinar matahari agar menghilangkan kandungan air. Selanjutnya kulit pisang difurnace pada suhu 300^{o}C selama 1 jam. Sebagian besar komponen non karbon akan hilang selama karbonisasi, unsur-unsur akan menguap yang menyebabkan struktur pori-pori mulai terbentuk dan terbuka. Setelah itu karbon yang dihasilkan di aktivasi dengan H_2SO_4 untuk memperbesar pori-pori dan menghilangkan pengotor pada karbon.

2. Preparasi Material Cetakan Komposit Karbon Aktif – CuO

Campuran karbon aktif dan serbuk CuO murni dengan perbandingan massa 3:7. direfluks pada suhu 90^{o}C, agar aquades yang digunakan sebagai pelarut tidak menguap dan sambal diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer selama 1 jam untuk menghomogenkan campuran komposit. Hasil proses refluks disaring dan dioven pada suhu 105^{o}C selama 1 jam yang bertujuan menguapkan kandungan air pada proses refluks.

Material hasil komposit karbon aktif/CuO tersebut selanjutnya dilakukan proses percetakan material dengan cara menambahkan tetes demi tetes gliserol sampai membentuk pasta. Penambahan gliserol berfungsi sebagai pengental dalam membantu proses percetakan material. Lalu dipanaskan dengan suhu yang naik secara bertahap supaya material yang dicetak tidak mengalami keretakan. Material yang dicetak ditancapkan 4 buah batang logam tembaga pada sisi-sisi material yang bertujuan sebagai penghantar (konduktor) tegangan listrik yang dialirkan pada saat pengujian konduktivitas listrik.

3. Pengujian Konduktivitas Listrik

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa material dengan ketebalan paling kecil memiliki konduktivitas listrik yang lebih tinggi dibandingkan ukuran lainnya yaitu 0,2 MS/cm , dan cetakan dengan ukuran tebal paling besar memiliki nilai konduktivitas listrik rendah yaitu 0,01357 MS/cm.

Hal ini menunjukkan bahwa konduktivitas listrik menurun seiring dengan bertambahnya ketebalan material. Karena luas penampang akan bertambah seiring

dengan bertambahnya ketebalan, maka resisvisitas akan meningkat dan konduktivitas listrik akan menurun (Li *et al*., 2014).

4. Pengujian Daya Hantar Panas

Selanjutnya dilakukan uji daya hantar panas, berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa ukuran material dengan ketebalan paling kecil mempunyai kapasitas daya hantar panas yang juga kecil. Material dengan variasi tebalnya 0,5 cm didapatkan daya hantar panasnya sebesar 0,0680394 J/s pada suhu 40°C, sedangkan material yang variasi tebalnya 1,5 cm daya hantar panasnya yaitu 2,4585 J/s mempunyai daya hantar panas pada suhu 80°C.

Hal ini menunjukkan bahwa daya hantar panas material meningkat seiring dengan ketebalan meningkat. Karena material yang lebih tebal mempunyai kapasitas lebih besar dalam menyimpan kalor, sehingga memerlukan daya yang lebih besar juga.

5. Pengujian Koefisien *Seebeck*

Selanjutnya dilakukan uji *seebeck*, dapat dilihat pada gambar 3 ukuran material dengan ketebalan paling kecil mempunyai nilai tegangan listrik tertinggi seperti terlihat pada gambar, yaitu 1,13229 mV/°K. Sedangkan bahan dengan ketebalan paling besar mempunyai nilai tegangan listrik yang kecil, yaitu 0,25814 mV/°K.

Hal ini menunjukkan bahwa jumlah tegangan listrik yang dihasilkan menurun seiring dengan meningkatnya ketebalan material. Karena ketebalan berdampak langsung pada hambatan per satuan panjang. Semakin besar hambatannya menyebabkan penurunan tegangan (Gheibi *et al*., 2014).

6. Pengujian UV – DR

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai *band gap* pada komposit. Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai energi celah pita komposit karbon aktif /CuO adalah 1,27 eV. CuO secara teoritis memiliki nilai celah pita yaitu 1.1-1.2 eV. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dengan dikompositkannya CuO dan karbon aktif dapat membuatnya memiliki nilai celah pita yang lebih besar. Karena karbon aktif tidak dianggap sebagai semikonduktor atau konduktor, sehingga ia memiliki nilai celah pita yang besar. Pencampuran CuO pada karbon aktif dapat menurunkan band gap, peningkatan band gap maka jumlah karbon aktif yang terkandung semakin banyak (Tahir *et al*., 2021).

KESIMPULAN

Ukuran cetakan material termoelektrik mempengaruhi karakteristik dari material termoelektrik. Ukuran material dengan tebal paling kecil merupakan ukuran yang dengan karakteristik paling baik. Dengan nilai konduktivitas listriknya yaitu 0,2 MS/cm, nilai daya hantar panasanya 0,0680394 J/s, dan nilai koefisien seebecknya 1,13229 mV/^{o}K. Adapun komposit karbon aktif kulit pisang kepok dan CuO memiliki nilai band gap 1,27 eV.

DAFTAR PUSTAKA

Arazi, I & Putra, A. (2020). Preparation And Characterization Composites Of Activated Carbon From Cassava Peel (Manihot utillisima) - Copper (II) Oxide (CuO) As A Thermoelectric Material. International Journal Of Research And Review (Ijrrjournal.Com), Vol. 7, No. 9, P. 42.

Aripin, H, Lestari, D. Ismail, & S. Sabchevski. (2010) "Sago Waste Based Activated Carbon Film As An Electrode Material For Electric Double Layer Capacitor.

Gheibi, A., Bagherzadeh, R., Merati, A. A., & Latifi, M. (2014). Electrical Power Generation From Piezoelectric Electrospun Nanofibers Membranes: Electrospinning Parameters Optimization And Effect Of Membranes Thickness On Output Electrical Voltage. Journal Of Polymer Research, 21(11). https://Doi.Org/10.1007/S10965-014-0571-8

Husna, A., & Putra, A. (2019). Preparation And Characterization Of Activated Carbon From Banana Peels (Musa acuminate L.). International Journal Of Progressive Sciences And Technologies (Ijpsat, 15(1), 23–29. http://Ijpsat.Ijsht-Journals.Org

Iskandar Fajri, R., & Sugiyanto, Dan. (2013). Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sansevieriacylindrica dengan Variasi Fraksi Volume Bermatrik Polyester. Jurnal Fema, 1(2).

Li, Y., Pei, Y. L., Hu, R. Q., Chen, Z. M., Zhao, Y., Shen, Z., Fan, B. F., Liang, J., & Wang, G. (2014). Effect Of Channel Thickness On Electrical Performance Of Amorphous Igzo Thin-Film Transistor With Atomic Layer Deposited Alumina Oxide Dielectric. Current Applied Physics, 14(7), 941–945. https://Doi.Org/10.1016/J.Cap.2014.04.011

Singh, D. P & N. Ali. (2010). Synthesis Of Tio2 And Cuo Nanotubes And Nanowires. Sci Adv Mater, Vol. 2, No. 3, Pp. 295–335. Doi: 10.1166/Sam.2010.1095.

Sukowati, A & Rizal, S. (2014). Produksi Bioetanol Dari Kulit Pisang Asih Sukowati Et Al Produksi Bioetanol Dari Kulit Pisang Melalui Hidrolisis Asam Sulfat [The Production Of Bioetanol From Banana Peel Trough Sulphuric Acid Hidrolisis].

Sutjahja, I. M. (2011). Penelitian Bahan Thermoelektrik Bagi Aplikasi Konversi Energi Di Masa Mendatang (Review Article).

Tahir, D Et Al. (2021). Enhanced Visible-Light Absorption Of Fe2O3 covered By Activated Carbon For Multifunctional Purposes: Tuning The Structural, Electronic, Optical, And Magnetic Properties. Acs Omega, Vol. 6, No. 42, Pp. 28334–28346. Doi: 10.1021/Acsomega.1c04526.