

## Karakterisasi Material Penyerap Gelombang Elektromagnetik Berbasis Tembaga Karbon (CuC)

Hendri, Bualkar Abdullah, Dahlang Tahir

Departement of Physics, Hasanuddin University, Makassar, 90245 Indonesia

Email korespodensi : twinzhendri.unhas@gmail.com

Submitted 03 Mei 2018, accepted 14 September 2018

**ABSTRACT** - Characteristics of Copper Carbon (CuC) as electromagnetic wave absorbent materials prepared by compaction method has been carried out by using *X-ray diffraction* (XRD), *Fourier transform infrared* (FTIR), and *vector network analyzer* (VNA). Reflection loss (RL) is in the range of -17.73 dB to -24.94 dB for thickness of CuC from 1.5 mm to 3 mm, respectively. The RL value is affected by the thickness of the composites and also concentration of activated carbon (AC). The highest absorption frequency based on the RL spectrum is in the range of 4 GHz-5 GHz.

**KEYWORD** : *Absorption, Activated carbon, CuC, Reflection loss.*

### I. PENDAHULUAN

Meningkatnya penggunaan alat telekomunikasi yang digunakan seperti ponsel, berdampak pada peningkatan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi tinggi dari 1 GHz (Sakai *et al.* 2008). Penggunaan berbagai alat elektronik menimbulkan masalah yang disebut interferensi elektromagnetik (EMI) (Che *et al.* 2004; Huo *et al.* 2009; Liu, *et al.* 2013; Chen. 2013). Dengan perkembangan teknologi maka frekuensi operasinya akan meningkat dari 5,8 GHz ke 10 GHz di masa depan. Oleh karena itu, pengembangan bahan penyerap gelombang elektromagnetik frekuensi ini diperlukan (Sakai *et al.* 2008).

Fenomena tersebut menarik minat banyak peneliti untuk mengembangkan material yang mampu menyerap gelombang elektromagnetik. Material absorber ini dapat mengubah energi gelombang elektromagnetik menjadi energi panas sehingga material ini sangat bermanfaat untuk melindungi suatu objek dari gelombang elektromagnetik yang tidak diinginkan (Deng *et al.* 2003). Oleh karena itu dilakukan berbagai riset untuk memperoleh material dengan kemampuan absorpsi terbaik.

Beberapa Penelitian telah membuat absorber dengan berbagai bahan material diantaranya menggunakan meta material (MM) Peredamnya dirancang khusus untuk penyerapan puncak sekitar 2 GHz dan 400 MHz, yang dapat digunakan untuk menekan suara EM dari perangkat elektronik sehari-hari dan ponsel (Yoo *et al.* 2017; Wang *et al.* 2015), ZnO sebagai pembungkus bola berongga pada 9,7 GHz, dengan ketebalan sampel adalah 2,2 mm (Yin *et al.* 2014), RGO/Cu (Zhang *et al.* 2017), graphene (CNT-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-graphene) film (Liet *et al.* 2017), Lantanum Manganat (Saptari dan Priyambodo, 2013), Karat Besi (Alwi. 2017).

Penelitian tentang material absorber gelombang mikro terus mengalami perkembangan dengan ditemukannya berbagai material baru atau pun rekayasa material. Berdasarkan deskripsi yang telah dipaparkan, maka pada penelitian ini dibuat absorber berbasis CuC dengan metode kompaksi.

### II. METODE PENELITIAN

#### 2.1 Bahan

Tembaga (Cu) diperoleh dari CV. Intraco dalam bentuk serbuk Tembaga, kemurnian

$\geq 99,7\%$ ,  $M = 63,55$  g/mol, ukuran butir  $< 63 \mu\text{m}$ , tingkat kehalusan  $> 230$  mesh. Karbon aktif (AC) yang dipasok dari perusahaan lokal PT. Cahaya Indo Abadi Indonesia dengan ukuran diameter rata-rata  $< 10 \mu\text{m}$ , kemurnian  $> 95\%$ , luas permukaan  $> 240 \text{m}^2/\text{g}$ . PVA (Polivinil Alkohol) 100% diperoleh dari LIPI.

### 2.2 Preparasi Sampel

Cu (tembaga) dicampurkan karbon aktif dengan beberapa komposisi 10% dan 20% dari berat sampel sehingga diperoleh massa 5 gram untuk setiap sampel. Alat yang digunakan dalam pencampuran tembaga dan karbon aktif adalah Retsch MM 400 (*Mixing*) selama 30 menit pada Frekuensi 10 Hz.

### 2.3 Proses Kompaksi

Pembuatan sampel (kompaksi), dimana sampel yang telah dicampur dimasukkan kedalam gelas kimia dan ditambahkan *Polivinil Alkohol* (PVA) dengan konsentrasi 4,5% sebanyak 2 ml untuk setiap sampel sebagai perekat. Setelah itu, dilakukan pengadukan menggunakan *magnetik stirrer* sehingga diperoleh sampel berupa lumpur dan dicetak menjadi pelet dalam cetakan sampel (masing-masing sampel dicetak dalam 3 jenis cetakan dengan ketebalan 1,5 mm, 2 mm dan 3 mm).

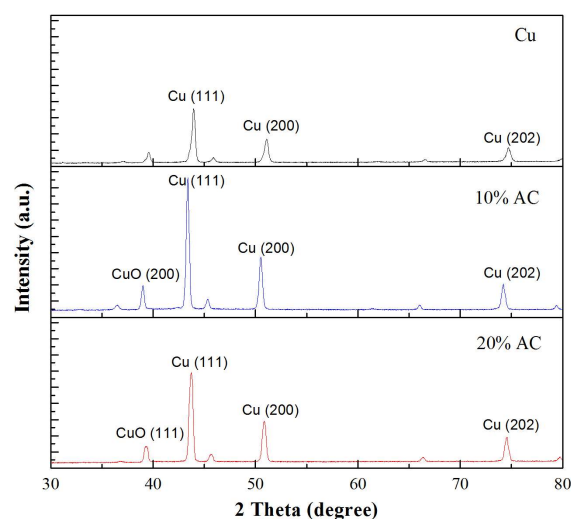
Dengan menggunakan komparator hidrolik sampel dalam cetakan di tekan sampai 50kPa kemudian didiamkan sekitar 10 menit. Proses kompaksi tersebut dilakukan untuk menghasilkan sampel (pelet) yang lebih padat. Selanjutnya sampel dipanaskan dengan suhu  $80^\circ\text{C}$  selama 5 jam untuk menghilangkan kadar air yang masih ada pada sampel.

### 2.4 Karakterisasi

Data difraksi sinar-x (XRD) digunakan sebagai dasar penentuan ukuran kristal, FT-IR (*Fourier Transform infraRed*) untuk mengetahui ikatan kimia dan gugus fungsi pada sampel serta pengukuran absorpsi menggunakan Vector Network Analyzer (VNA) dengan rentang frekuensi 1 GHz hingga 8 GHz untuk memperoleh nilai reflection loss (RL).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Karakterisasi XRD



Gambar 1 XRD Spektrum (a) Cu, (b) 10% AC, (c) 20% AC

Karakterisasi dengan XRD dapat dilihat pada Gambar 1. Terlihat orientasi Kristal yang muncul untuk Cu murni adalah (111), (200) dan (202) (Heryanto *et al.*2018). Untuk sampel pada Gambar 1, puncak peaks bergeser dari posisi Cu murni ke posisi 2 theta yang lebih kecil.

Gambar 1 menunjukkan hasil uji XRD dimana terdapat puncak. Untuk Cu murni, puncak karakterisasi terjadi pada  $2\theta$  adalah  $45,68^\circ$ ,  $50,90^\circ$  dan  $74,58^\circ$  (Heryanto *et al.*2018). Cu 10% AC puncak karakterisasi terjadi pada  $2\theta$  adalah  $43,96^\circ$ ,  $51,08^\circ$  dan  $74,72^\circ$ . Serta Cu 20% AC puncak karakterisasi terjadi pada  $2\theta$  adalah  $43,40^\circ$ ,  $50,52^\circ$  dan  $74,32^\circ$ . Puncak karakterisasi absorber pada sudut difraksi  $2\theta$  di pengaruhi oleh konsentrasi karbon aktif.

Estimasi ukuran kristal ditentukan dengan menggunakan persamaan Scherrer seperti pada persamaan 1.

$$D = \frac{0,9 \lambda}{B \cos \theta_B} \quad (1)$$

Dimana, D adalah estimasi ukuran kristal (nm),  $\lambda$  adalah panjang gelombang X-Ray (nm), B adalah FWHM (*Full Width at Half Maximum*) dan  $\theta_B$  adalah sudut difraksi.

Tabel 1 Ukuran Kristal Tembaga (Cu) dan Tembaga Karbon (CuC)

Sampel	Sudut $2\theta$ ( $^{\circ}$ )	hkl	Ukuran Kristal (nm)	Rata-Rata Ukuran Kristal (nm)
Cu	45,68	111	19,7372	20,0335
	50,90	200	20,6843	
	74,58	202	25,6794	
Cu 10% AC	43,96	111	23,6358	23,8582
	51,08	200	22,1694	
	74,72	202	25,7696	
Cu 20% AC	43,40	111	25,3595	27,0417
	50,52	200	26,0150	
	74,32	202	29,7509	

Berdasarkan Tabel 1 terlihat perubahan ukuran Kristal seiring penambahan AC terhadap Tembaga (Cu). Dapat dilihat perubahan rata-rata ukuran kristal berturut-turut pada Tabel 1 yaitu 20,0335 nm, 23,8582 nm dan 27,0417 nm. Perubahan tersebut terjadi karena peran AC sebagai perangkap sehingga Tembaga (Cu) terperangkap ke dalam AC. Semakin bertambahnya jumlah AC pada sampel maka akan semakin besar ukuran kristal yang terbentuk.

Tabel 2 Persentase Kemurnian Tembaga (Cu) dan Tembaga Karbon (CuC)

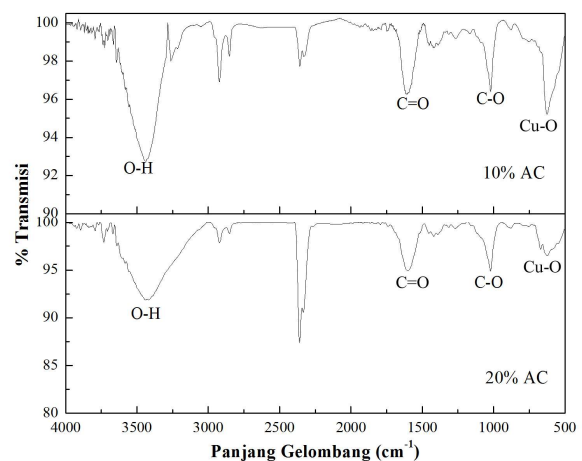
Sampel	Unsur	Kemurnian (%)	Referensi
Cu	Cu	99	(Heryanto <i>et al.</i> 2018)
Cu 10% AC	Cu	91,4	(A. Dominic Fortes <i>et al.</i> 2009)
	CuO	5,0	(Tunell <i>Get al.</i> 1935)
	Cu <sub>2</sub> O	3,5	(Neuburger M.C. 1930)
Cu 20% AC	Cu	75,3	(Swanson H.E, 1953)
	CuO	24,1	(Tunell G <i>et al.</i> 1935)
	Cu <sub>2</sub> O	0,7	Neuburger M.C 1930

Berdasarkan Tabel 2. Terlihat bahwa kemurnian dari Cu (Heryanto *et al.* 2018) berkurang seiring bertambahnya konsentrasi AC. Hal ini dikarenakan adanya kemungkinan terbentuk ikatan baru, dimana pada sampel Cu 10% AC kemurnian Cu menjadi 91,4% (A. Dominic Fortes *et al.* 2009) dan pada sampel Cu

20% AC kemurniannya menjadi 75,3% (Swanson H E dan Tatge E. 1953). Penyusutan kemurnian Cu disebabkan sebagian komposisi dari Cu membentuk ikatan dengan C dan O dari AC, sebagaimana yang diperlihatkan spectrum FTIR pada Gambar 2.

### 3.2 Karakterisasi FTIR

Spektrum FTIR seperti di tunjukkan pada Gambar 2. Dalam rentang panjang gelombang 4000  $\text{cm}^{-1}$  hingga 500  $\text{cm}^{-1}$ .



Gambar 2 FTIR Spektrum (a) 10% AC, (b) 20% AC

Spektrum FTIR untuk CuC menunjukkan beberapa intensitas yang membentuk ikatan. Intensitas pembentukan ikatan dari CuC dengan 10% AC pada Gambar 2.(a) menunjukkan ikatan Cu-O pada 624,93  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan C-O alkohol pada 1020,34  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan C=O asam karboksilat pada 1604,77  $\text{cm}^{-1}$ , dan serapan bilangan gelombang 3439,07  $\text{cm}^{-1}$  merupakan ikatan O-H yaitu

alkohol ikatan hidrogen. Pada Gambar 2.(b) menunjukkan ikatan Cu-O pada 623,00  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan C-O alkohol pada 1018,41  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan C=O asam karboksilat pada 1598,98  $\text{cm}^{-1}$ , dan ikatan O-H alkohol ikatan hydrogen pada 3441,00  $\text{cm}^{-1}$ . Ikatan-ikatan yang terbentuk mengalami pergeseran bilangan gelombang, ikatan Cu-O bergeser dari 624,93  $\text{cm}^{-1}$  pada Gambar 2.(a) ke 623,00  $\text{cm}^{-1}$  pada Gambar 2.(b) dan ikatan O-H bergeser dari 3439,07  $\text{cm}^{-1}$  pada Gambar 2.(a) menjadi 3437,15  $\text{cm}^{-1}$  pada Gambar 2.(b). Jika diamati pergeseran bilangan gelombang tersebut dipengaruhi penambahan konsentrasi AC ke material dasar Absorber.

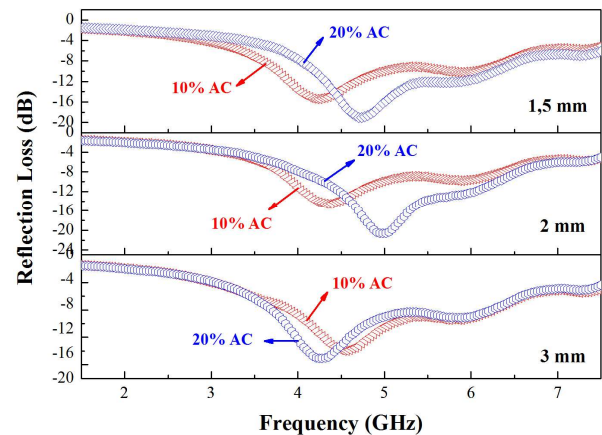
### 3.3 Analisis Reflection Loss

Kemampuan absorpsi telah diukur dengan menggunakan VNA untuk rentang frekuensi 1,5 GHz – 8 GHz seperti terlihat pada Gambar 3. Nilai RL dipengaruhi oleh konsentrasi karbon aktif dan ketebalan untuk setiap absorber. Gambar 3 menunjukkan spectrum VNA dari RL untuk setiap sampel dan menunjukkan pada rentang frekuensi 4 GHz - 5 GHz merupakan frekuensi penyerapan RL sangat baik.

Tabel 3 Penyerapan Gelembang Elektromagnetik dari Bahan Tembaga Karbon (CuC)

Sampel	Ketebalan (mm)	Frekuensi (GHz)	Reflektion Loss (dB)	Frequency Bandwidth (GHz)
Cu 10% AC	1,5	4,3	-18,27	1,2
	2	4,3	-17,73	1,0
	3	4,5	-18,20	1,0
Cu 20% AC	1,5	4,7	-23,75	2,0
	2	5,0	-24,94	2,0
	3	4,3	-20,84	0,9

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa kapasitas penyerapan RL tertinggi adalah -24,94 dB untuk sampel 20% AC dengan ketebalan 2 mm di frekuensi 5,0 GHz tetapi terjadi penurunan penyerapan RL pada ketebalan 3 mm dengan konsentrasi Cu 20% AC. Hal ini disebabkan karena terjadi aglomerasi partikel yang dapat menurunkan kemampuan absorpsi menurun. Hasil ini menunjukkan bahwa penyerapan RL lebih baik dibandingkan dengan hasil yang diperoleh Shuai Xie, et al.



Gambar 3 Penyerapan Reflection Loss pada Bahan Absorber (a) 1,5 mm, (b) 2 mm, (c) 3 mm.

Kemampuan absorpsi menunjukkan peningkatan dengan meningkatnya jumlah konsentrasi karbon aktif 10% dan 20% pada setiap sampel untuk masing-masing ketebalan. Untuk ketebalan 1,5 mm menunjukkan peningkatan RL dari -18,27 dB menjadi -23,75 dB, ketebalan 2 mm juga menunjukkan peningkatan RL dari -17,73 dB menjadi -24,94 dB dan 3 mm menunjukkan peningkatan RL dari -18,20 dB menjadi -20,84 dB.

(2016) dan Qiang et al (2015) yakni -23 dB dan -22,6 dB. Hasil pada Tabel 3 menunjukkan bahwa dengan rentang frekuensi 4 GHz – 5 GHz merupakan penyerapan gelombang elektromagnetik sangat baik. Hal ini dapat dijadikan acuan dalam pembuatan absorber dengan memvariasikan konsentrasi AC.

## IV. KESIMPULAN

Absorber berbasis CuC mampu menunjukkan penyerapan RL maksimum -24,94

dB pada 5 GHz dengan ketebalan 2 mm. Ini menunjukkan bahwa CuC dapat digunakan sebagai bahan penyerap gelombang elektromagnetik.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- Alwi M. F., 2017. The Utilization Of Magnetic Material ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) Based on Iron Rust From Atmospheric Corrosion Mechanism as Radar Absorber Material. *Final Project*, Surabaya: Physics Departement Faculty Mathematics and Natural Science Sepuluh Nopember Institute of Technology,.
- Chen Z. *et al.* 2013. Lightweight and Flexible Graphene Foam Composites for High-Performance Electromagnetic Interference Shielding. *Adv. Mater.*, 25.
- Cheng Y. L. *et al.* 2010. Electromagnetik Wave and Microwave Absorption Properties of CarbonylIron/La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>MnO<sub>3</sub> Composites *Magnetism and Magnet Mat.* 322: 97-101.
- Che R. C. *et al.* 2004. Microwave Absorption Enhancement and Complex Permittivity and Permeability of Fe Encapsulated within Carbon Nanotubes. *Adv Mater.* 16, 401-405.
- DengL. W. *et al.*, 2003. GHz microwave permeability of CoFeZr amorphous materials synthesized by two-step mechanical alloying. *Magnetism and Magnet Mat.* 26: 50-54.
- Dominic Fortes A. *et al.* 2009. Crystal Structure of Ammonia Monohydrate Phase II, *Journal of the American Chemical Society* 131: 13508-13515.
- Heryanto *et al.* 2018. Determination of Binding Energy For Cu and Cu<sub>2</sub>O Based X-Ray Diffraction Spectrum. *Journal of Physics: Conf. Series* 979, 012055.
- Huo J. *et al.* 2009. Polymeric nanocomposites for electromagnetic wave absorption. *Journal of Material Science.* 44, 3917.
- Jinsong Liet *et al.* 2017. Superb Electromagnetic Wave Absorbing Composites Based on Large-Scale Graphene and Carbon Nanotube Films. *Scientific Reports* | 7: 2349 | DOI:10.1038/s41598-017-02639-7.
- Kim D. I. *et al.* 2003. Microwave Absorbing Properties of La<sub>0.67</sub>Ba<sub>0.33</sub>Mn<sub>1-x</sub>Ti<sub>x</sub>O<sub>3</sub> in The Frequency Range 8-12 GHz. *International Journal of Basic & Applied Sciences IJBAS-IJENS*, 14(3), Soc 43: 269-272.
- Liu P. *et al.* 2013, Synthesis and Microwave Absorption Properties of Carbon Coil-Carbon Fiber Hybridmaterials. *Mater Lett.* 107, 166.
- Neuburger M C. 1930. Praezisionsmessung der Gitterkonstante von Cuprooxyd Cu<sub>2</sub>O. *Zeitschrift fuer Physik* 67, 845-850.
- Qiang R *et al.* 2015. Metal Organic Framework-Derived Fe/C Nanocubes Toward Efficient Microwave Absorption. *Journal of Materials Chemistry A*, 3: 13426-13434.
- Sakai K. *et al.* 2008. Design of Composite Electromagnetic Wave Absorber Made of Soft Magnetic Materials Dispersed and Isolated in Polystyrene Resin. *Piers Online*, 4(2).
- Shuai Xie *et al.* 2016. Electromagnetic Wave Absorption Property of Honeycomb Structured Plasterboards in S and C Bands. *Journal of Building Engineering*, 7: 217-223.
- Sitti Ahmiatri Saptari & Priyambodo. 2013. Rekayasa Material Absorber Gelombang Mikro Berbasis Lantanum Manganat, *Laporan Penelitian Kolektif LP2M*, Jakarta : UIN Syarif Hidayatullah.
- Swanson H E & Tatge E. 1953. Standard X-ray diffraction powder patterns. *National Bureau of Standards (U.S.)*, Circular 359, 1.
- Tunell G *et al.*, 1935. Geometrical and optical properties, and crystal structure of tenorite. *Zeitschrift fuer Kristallographie, Kristallgeometrie, Kristallphysik, Kristallchemie* (-144,1977) 90: 120-142.
- Wang W. *et al.* 2015. Design of A Broadband Electromagnetic Wave Absorber Using A Metamaterial Technology, *Journal of Electromagnetic Waves and Applications.* ISSN: 0920-5071; Online 1569-3937.
- Yin X. *et al.* 2014. Graphene-Wrapped ZnO Hollow Spheres with Enhanced Electromagnetic Wave Absorption Properties. *Journal of Materials Chemistry A: Materials for energy and sustainability*,

2(39); Pages 16301–16794.

Yoo Y. J. *et al.* 2017. Flexible Perfect Metamaterial Absorbers for Electromagnetic Wave, *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*. ISSN: 0920-5071.

Zhang H. *et al.* 2017. Preparation and Electromagnetic Wave Absorption of RGO/Cu Nanocomposite. *Russian Journal of Physical Chemistry A*, 91(9), 1771–1774.