

LAPORAN  
PENELITIAN PENGEMBANGAN IPTEK (PPI)

**PEMBUATAN CAT BAHAN ABSORBER GELOMBANG MIKRO YANG  
DISINTESA DARI BAHAN ALAM LOKAL**



Tim Pengusul

Ketua Peneliti (SUGIANTO, S.Si., M.Si./0315058505)

Anggota Peneliti (NYAI SUMINTEN, S.Pd., M.Pd./0307068703)

Nomor Surat Kontrak Penelitian : 264/F.03.07/2020

Nilai Kontrak : Rp.17.000.000

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
2020

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PENELITIAN PENGEMBANGAN IPTEK (PPI)**

Judul Penelitian

**PEMBUATAN CAT BAHAN ABSORBER GELOMBANG MIKRO YANG  
DISINTESA DARI BAHAN ALAM LOKAL**

Jenis Penelitian : PENELITIAN PENGEMBANGAN IPTEK (PPI)

Ketua Peneliti : Sugianto, S.Si., M.Si.

Link Profil simakip : <http://simakip.uhamka.ac.id/pengguna/show/960>

Fakultas : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Anggota Peneliti : Nyai Suminten, M.Pd.

Link Profil simakip : <http://simakip.uhamka.ac.id/pengguna/show/1147>

Waktu Penelitian : 6 Bulan

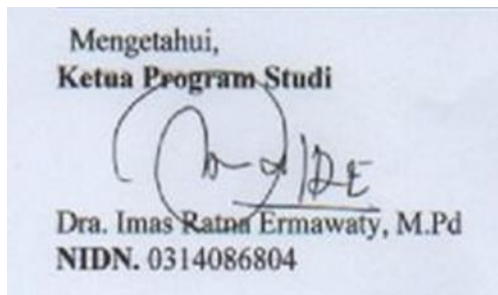
Luaran Penelitian

Luaran Wajib : Prosiding Internasional Terindeks Scopus

Status Luaran Wajib : **Accepted**

Luaran Tambahan : Paten

Status Luaran Tambahan: Terdaftar



Jakarta, 26 November 2020  
Ketua Peneliti

**Sugianto, S.Si., M.Si.**  
**NIDN.0315058505**



## SURAT KONTRAK PENELITIAN



### UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Jln. Tanah Merdeka, Pasar Rebo, Jakarta Timur  
Telp. 021-8416624, 87781809; Fax. 87781809

#### SURAT PERJANJIAN KONTRAK KERJA PENELITIAN LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF DR HAMKA

Nomor : 264 / F.03.07 / 2020  
Tanggal : 12 Juni 2020

#### *Bismillahirrahmanirrahim*

Pada hari ini, Jum'at, tanggal Dua Belas, bulan Juni, Tahun Dua Ribu Dua Puluh, yang bertanda tangan di bawah ini **Prof. Dr. Hj Suswandari, M.Pd**, Ketua Lembaga Penelitian dan Pengembangan Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, selanjutnya disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**; **SUGIANTO S.SI., M.SI.**, selanjutnya disebut sebagai **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA sepakat untuk mengadakan Perjanjian Kontrak Kerja Penelitian yang didanai oleh RAPB Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA

#### Pasal 1

PIHAK KEDUA akan melaksanakan kegiatan penelitian dengan judul : **PEMBUATAN CAT BAHAN ABSORBER GELOMBANG MIKRO YANG DISINTESA DARI BAHAN ALAM LOKAL** dengan luaran wajib dan luaran tambahan sesuai data usulan penelitian Bacth 2 Tahun 2019 melalui [simakip.uhamka.ac.id](http://simakip.uhamka.ac.id).

#### Pasal 2

Bukti luaran penelitian wajib dan tambahan harus sesuai sebagaimana yang dijanjikan dalam Pasal 1, Luaran penelitian yang dimaksud dilampirkan pada saat Monitoring Evaluasi dan laporan penelitian yang diunggah melalui [simakip.uhamka.ac.id](http://simakip.uhamka.ac.id).

#### Pasal 3

Kegiatan tersebut dalam Pasal 1 akan dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA mulai tanggal 12 Juni 2020 dan selesai pada tanggal 12 November 2020.

#### Pasal 4

Berdasarkan kemampuan keuangan lembaga, PIHAK PERTAMA menyediakan dana sebesar Rp.17.000.000,- (Terbilang : *Tujuh Belas Juta*) kepada PIHAK KEDUA untuk melaksanakan kegiatan tersebut dalam Pasal 1. Sumber biaya yang dimaksud berasal dari RAB pada Lembaga Penelitian dan Pengembangan Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA Tahun Anggaran 2019/2020.

#### Pasal 5

Pembayaran dana tersebut dalam Pasal 4 akan dilakukan dalam 2 (dua) termin sebagai berikut;  
(1) Termin I 70 % : Sebesar 11.100.000 (Terbilang: *Sebelas Juta Seratus Ribu Rupiah*) setelah PIHAK KEDUA menyerahkan proposal penelitian yang telah direview dan diperbaiki sesuai saran reviewer pada kegiatan tersebut Pasal 1.

(2) Termin II 30 % : Sebesar 5.900.000 (Terbilang: *Lima Juta Sembilan Ratus Ribu Rupiah*) setelah PIHAK KEDUA mengunggah laporan akhir penelitian dengan melampirkan bukti luaran penelitian wajib dan tambahan sesuai Pasal 1 ke [simakip.uhamka.ac.id](http://simakip.uhamka.ac.id).

#### Pasal 6

(1) PIHAK KEDUA wajib melaksanakan kegiatan tersebut dalam Pasal 1 dalam waktu yang ditentukan dalam Pasal 3.

(2) PIHAK PERTAMA akan melakukan monitoring dan evaluasi pelaksanaan kegiatan tersebut sebagaimana yang disebutkan dalam Pasal 1. Bila PIHAK KEDUA tidak mengikuti Monitoring dan Evaluasi sesuai dengan jadwal yang ditentukan, tidak bisa melanjutkan penyelesaian penelitian dan harus mengikuti proses Monitoring dan Evaluasi pada periode berikutnya.

(3) PIHAK PERTAMA akan mendenda PIHAK KEDUA setiap hari keterlambatan penyerahan laporan hasil kegiatan sebesar 0,5 % (setengah persen) maksimal 20% (dua puluh persen) dari jumlah dana tersebut dalam Pasal 4.

(4) Dana Penelitian dikenakan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) dari keseluruhan dana yang diterima oleh PIHAK PERTAMA sebesar 5 % (lima persen)

Jakarta, 12 Juni 2020

PIHAK PERTAMA  
Lembaga Penelitian dan Pengembangan  
Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA  
Ketua,



Prof. Dr. Hj Suswandari, M.Pd

PIHAK KEDUA  
Peneliti,



SUGIANTO S.SI., M.SI.

Mengetahui  
Wakil Rektor II UHAMKA



Prof. Dr. ZAMAH SARI M.Ag.

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dalam rangka eksplorasi sumber daya alam lokal pasir besi dan biomassa batok kelapa, yang akan disintesa menjadi sumber material maju. Dimana semua sumber bahan tersebut merupakan kekayaan alam lokal di Indonesia yang keberadaannya sangat melimpah, tersebar diseluruh wilayah nusantara. Seiring dengan perkembangan sains dan teknologi, banyak sebagian peneliti yang telah mengeksplorasi material lokal sebagai alternatif dari sumber material maju. Berdasarkan pada hasil studi referensi yang telah dilakukan, pasir besi alam dan arang batok kelapa dapat disintesa menjadi magnetik nanopartikel dan grafen. Magnetik nanopartikel merupakan salah satu material oksida yang multi aplikasi dalam beberapa penerapan nanosains dan nanoteknologi, diantaranya yaitu dalam bidang medis dan penyerap gelombang radar pada aplikasi teknologi militer. Sama halnya dengan grafen, yaitu merupakan material terbaru yang dihasilkan dari *exfoliation* atau pengelupasan dari karbon sehingga memiliki struktur dan sifat elektronik yang baik dalam penghantaran elektron. Adapun metode yang akan digunakan untuk mensintesa magnetik nanopartikel adalah kopresipitasi dan hidrotermal. Untuk grafen dapat disintesa dengan menggunakan reduksi metode *Hummer*. Sedangkan penerapan sebagai bahan anti radar adalah komposit dari kedua bahan tersebut yang ditambahkan dengan bahan lainnya yang secara khusus disintesa dari bahan komersial yaitu *polyaniline* (PANI). Komposit dari ketiga bahan tersebut yaitu berupa cat anti radar kemudian dilapiskan pada interior yang akan digunakan sebagai sistem anti radar. Penerapan dalam sistem radar yaitu didasarkan pada prinsip penyerapan dari pada gelombang mikro atau gelombang elektromagnetik sehingga tidak dapat dipantulkan kembali. Penelitian ini dirancang dalam dua tahapan utama, yaitu pertama adalah Sintesa nanomaterial, meliputi sintesa magnetik nanopartikel, Grafen Oksida dan sintesa PANI nanofiber. Tahapan kedua meliputi sintesa nanokomposit bahan cat anti radar. Mengingat luasnya penelitian yang akan dikerjakan, maka peneliti dalam kesempatan hanya memfokuskan pada sintesa Grafen Oksida dan PANI nanofiber. Sedangkan capaian penelitian yang telah dilakukan sampai saat ini adalah tahapan uji-uji material sebagai bahan komposit anti radar. Adapun material tersebut meliputi, magnetik nanopartikel, Grafen dan PANI. Sedangkan untuk capaian luaran yang telah dicapai sampai saat ini adalah publikasi prosiding internasional yang diselenggarakan oleh Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, pada Young Scholar Symposium on Science Education and Environment 2020 (YSSSEE-2020). Akan tetapi sebagian besar penelitian ini belum dapat diselesaikan dikarenakan keterbatasan dalam penggunaan laboratorium yang mengharuskan protokol Covid 19. Beberapa hasil uji-uji sampel yang telah dilakukan uji visual via SEM dan beberapa uji sifat optik lainnya dari grafen. Untuk publikasi selanjutnya akan dilakukan secara bertahap dengan pertimbangan biaya untuk uji-uji. Untuk luaran tambahan yaitu paten sederhana dari sintesa grafen dari arang batok kelapa masih belum dilakukan sebagaimana mestinya. Hal ini dikarenakan biaya untuk ujinya yang relatif mahal dan masih akan dilakukannya eksperimen dasar untuk mendapatkan formulasi yang tepat.

**Kata Kunci:** Absorber, Gelombang Mikro, Material Maju Nanokomposit

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
SURAT KONTRAK PENELITIAN .....	iii
ABSTRAK .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
2.1 Roadmap Penelitian dan <i>State of The Art</i> .....	4
2.2 Teori Bahan Absorber .....	5
2.3 Interaksi Gelombang Mikro dengan Bahan Absorber .....	7
Roadmap Penelitian .....	11
3.1 Tempat Penelitian .....	13
3.2 Alat dan Bahan .....	13
3.3 sintesa Grafen dari Arang Batok Kelapa .....	13
a. Sintesis Graphene Oxide .....	13
b. Reduksi GO ke Bentuk R-GO (Grafen Nanoplatelet) .....	14
3.4 Sintesa PANI nanofiber .....	15
3.5 Diagram Alir Penelitian .....	16
3.6 Jadwal Penelitian .....	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	18
4.1 Grafen Nanoplatelet .....	18
4.2 Polianiline (PANI) .....	21
4.3 Magnetik Nanopartikel .....	22
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	24
5.1 Kesimpulan .....	24
5.2 Saran .....	24
BAB 6. LUARAN YANG DICAPAI .....	25
BAB 7. RENCANA TINDAK LANJUT DAN PROYEKSI HILIRISASI .....	26
DAFTAR PUSTAKA .....	27
LAMPIRAN .....	33



## DAFTAR GAMBAR

No.	Nama Gambar	Keterangan Gambar	Halaman
1.	Gambar 2.1.	Proses tahapan pembuatan absorber gelombang radar/mikro yang disintesa dari bahan alam lokal Indonesia	4
2	Gambar 2.2.	Ilustrasi penyerapan gelombang mikro, (A) komposisi bahan komposit $Fe_3O_4/PANI$ rod/rGO, (B) penyerapan gelombang mikro multilayer berturut-turut $d, \mu, \epsilon$ yaitu ketebalan, permeabilitas magnetik relatif dan permitivitas	5
3	Gambar 2.3.	(garis berwarna) rugi-rugi dielektrik bergantung pada $ RL _{maks}$ untuk masing-masing harga $\epsilon$ yang berbeda	11
4	Gambar 2.4.	Road map penelitian pengembangan sumber daya alam lokal sebagai sumber material maju dengan beberapa pengembangannya untuk aplikasi nanosains	12
5	Gambar 3.1	Diagram alir penelitian penyerapan gelombang radar dari bahan lokal Indonesia pasir besi Alam dan arang batok kelapa dan bahan sintetik PANI	16
6	Gambar 4.1.	Hasil visualisasi citra SEM morfologi dari grafen oksida yang disintesa dari arang Batok Kelapa dengan menggunakan metode Hummer.	18
7	Gambar 4.2.	Hasil ujiikatan gugus fungsi dari grafen menggunakan FTIR	19
8	Gambar 4.3.	Hasil uji sifat optik absorbansi dari grafen menggunakan spektrofotometer UV-Vis	20
9	Gambar 4.4.	Hasil uji sifat optik fluoresens dari grafen menggunakan spektrofotometer fluoresens.	21
10	Gambar 4.5.	Hasil visualisasi citra SEM morfologi dari PANI yang disintesa menggunakan polimerisasi dari Aniline.	22
11	Gambar 4.6.	Hasil visualisasi citra SEM morfologi dari magnetik nanopartikel yang disintesa dari pasir besi alam menggunakan metode kopresipitasi.	23



## BAB 1. PENDAHULUAN

Negara republik Indonesia merupakan salah negara yang memiliki beribu-ribu pulau yang membentang dari Sabang-Merauke. Hampir seluruh pulau di wilayah Indonesia memiliki kekayaan alam yang melimpah diantaranya adalah pasir besi dan batok kelapa. Keberadaan pasir besi di wilayah Indonesia hampir tersebar seluruhnya di wilayah pesisir pantai. Secara fisik pasir besi ini berwarna hitam pekat dan memiliki sifat magnet yang sangat kuat sehingga dapat dipisahkan dengan magnet permanen. Biasanya jenis batuan seperti ini dikenal dengan istilah bahan magnetite.

Untuk batok kelapa di wilayah Indonesia juga hampir tersebar seluruhnya di penjuru nusantara. Komoditi kelapa sendiri merupakan penghasil kopra sebagai bahan impor, sedangkan batok kelapa sendiri secara umum masih digunakan sebagai bahan bakar kebutuhan rumah tangga. Sebagian kecil juga digunakan sebagai *bracket* sebagai bahan bakar rumah tangga. Oleh pengrajin seni, batok kelapa dapat juga digunakan sebagian sebagai souvenir untuk wisatawan. Secara umum pemanfaatan batok kelapa ini masih memiliki nilai jual yang rendah sehingga belum bisa dijadikan sebagai komoditi andalan ekspor Indonesia.

Seiring dengan perkembangan sains dan teknologi, banyak penerapan dari magnetik nanopartikel dan grafen dalam berbagai teknologi. Magnetik nanopartikel biasanya dapat diterapkan sebagai *information storage* (Gubin et al., 2002), *biosparation* (Fatima & Kim, 2017), biosensor (Sanaeifar et al., 2017; W. Zhang et al., 2015), *molecular imaging MRI(D* et al., 2018), *drug targeted delivery* (Chang et al., 2018; Mok & Zhang, 2013; Palanisamy & Wang, 2019), bidang militer yaitu sebagai bahan anti radar (Bibi et al., 2017; Cui et al., 2019; Huang et al., 2019). Sedangkan untuk grafen, sistem teknologi yang disupport meliputi, bidang medis yaitu sebagai *tissue engineering* (Bai et al., 2019; Shang et al., 2019), bioimaging (Lin et al., 2018; Zhu et al., 2016), biosensors (Krishnan et al., 2019; Peña-Bahamonde et al., 2018; Szunerits & Boukherroub, 2018; Zhu et al., 2016), *anti bacterial agent* (Karahana et al., 2018; Xia et al., 2019), 3D bioprinting (Guo et al., 2019; Vlăsceanu et al., 2019), *photothermal therapy* (De

Melo-Diogo et al., 2019; M. Yan et al., 2019), Gene therapy (Vincent et al., 2017). dalam bidang energi grafen difungsikan sebagai *solar cell* (Adil et al., 2018; Mahmoudi et al., 2018), *supercapacitor* (Horn et al., 2019). Dalam bidang teknologi militer diantaranya adalah sebagai *ballistic protection* (Bizao et al., 2018; Costa et al., 2019; Meng et al., 2018), *Aircraft Structures* (Monetta et al., 2015).

Untuk penerapan sebagai penyerap gelombang radar, magnetik nanopartikel dan grafen tidak dapat berdiri sendiri atau hanya gabungan dari keduanya. Berdasarkan pada hasil studi referensi dari berbagai sumber yang telah diperoleh, material penyerap gelombang radar adalah material komposit yaitu C@CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan nilai loss reflection, R<sub>L</sub> maksimum dari -49.6 dB pada 9.2 GHz (Huang et al., 2019), Co-NCNTs menghasilkan nilai R<sub>L</sub> maksimum <-10 dB pada 7.2 GHz (J. Yan et al., 2019), Fe-Co/NPC/RGO (Y. Wang et al., 2019) menghasilkan nilai R<sub>L</sub> maksimum <-10 dB pada 13.2 GHz, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PANI rod/rGO menghasilkan nilai R<sub>L</sub> <-10 dB pada 14.6 GHz (Ma et al., 2019). Disini dapat diketahui bahwa komposisi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PANI rod/rGO menghasilkan nilai serapan yang lebih baik artinya sedikit gelombang mikro yang direfleksikan atau dipantulkan kembali untuk dideteksi.

Berdasarkan pada uraian komposisi material penyerap gelombang mikro yang telah dikerjakan oleh beberapa peneliti sebelumnya, maka peneliti akan merancang suatu penelitian secara makro material nanokomposit sebagai penyerap gelombang mikro dengan beberapa tahapan penyelesaian. Adapun material komposit tersebut adalah Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PANI/rGO, sedangkan yang akan menjadi fokus utama dalam pengajuan penelitian kali ini adalah sintesa Grafen Oksida/rGO dan PANI nanofiber.

Adapun pengembangan metode yang telah dilakukan untuk mensintesa grafen oksida/rGO oleh peneliti sebelumnya yaitu menggunakan metode Hummer (Charmi et al., 2019; Hummers & Offeman, 1958; Oliveira et al., 2018; Shahriary & Athawale, 2014). Sedangkan metode yang telah dikembangkan untuk mensintesa PANI nanofiber oleh beberapa peneliti sebelumnya yaitu polimerisasi (Shah et al., 2019).

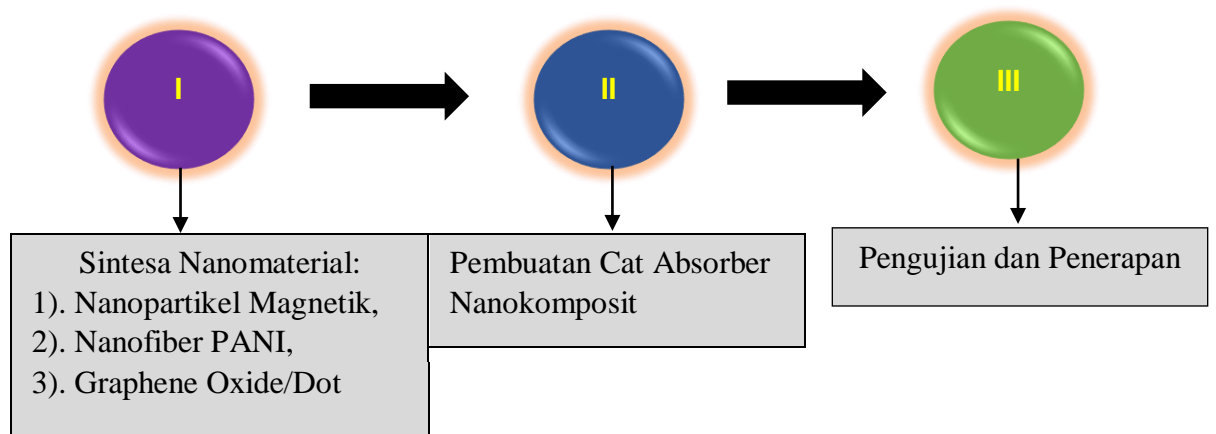


## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Roadmap Penelitian dan *State of The Art*

Adapun rencana pengembangan pembuatan cat sebagai bahan absorber untuk gelombang radar atau mikro dari bahan baku lokal dari alam Indonesia secara rinci akan dilaksanakan dalam tiga tahapan utama meliputi (1) sintesa nanomaterial, nanopartikel magnetik, Graphene Oxide/Dot, nanofiber PANI, (2) pembuatan cat absorber, (3) pengujian. Secara rinci tahapan pembuatan bahan absorber gelombang radar dari bahan baku lokal Indonesia dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.

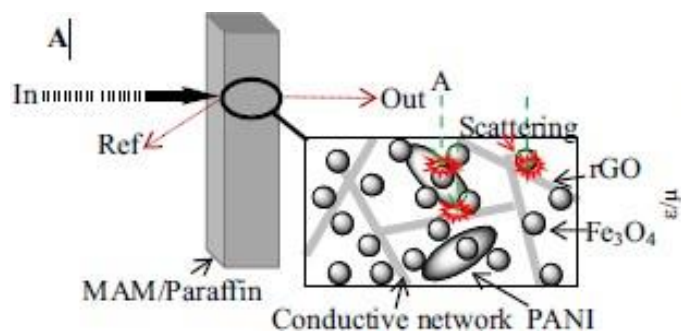
Pengembangan material maju dari sumber daya alam lokal khususnya Grafen Oksida/rGO yang disintesa dari arang batok kelapa merupakan bagian dari *state of the art* menjadi bentuk andalan sekaligus sebagai keterbaruan dalam penelitian yang akan dikembangkan kedepan sebagai bagian dari komposisi material penyerap gelombang mikro atau radar.



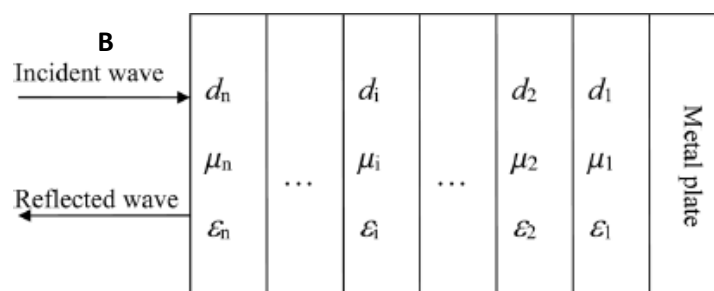
**Gambar 2.1.** Proses tahapan pembuatan absorber gelombang radar/mikro yang disintesa dari bahan alam lokal Indonesia

## 2.2 Teori Bahan Absorber

Anti radar merupakan sebuah sistem navigasi yang digunakan pada bidang militer sebagai bentuk proteksi terhadap sebuah kendaraan tempur. Dimana pada sistem radar sebuah sumber deteksi yang memancarkan gelombang radar atau gelombang mikro kesuatu target, dimana gelombang tersebut akan dipantulkan atau direfleksikan kembali sebagai gelombang refleksi. Jika sebuah target diproteksi dengan sebuah sistem anti radar, maka gelombang mikro yang dipancarkan oleh sumber tidak dapat refleksikan kembali sebagai gelombang refleksi. Sehingga target tersebut tidak dapat dideteksi keberadaannya. Dengan arti katalain bahwa gelombang mikro yang dipancarkan oleh sumber seluruhnya terserap oleh target tersebut. Secara sederhana ilustrasi tentang tentang sistem anti radar dapat dilihat dalam **Gambar 2.2**.



(Ma et al., 2019)



(Qin & Brosseau, 2012)

**Gambar 2.2.** Ilustrasi penyerapan gelombang mikro, (A) komposisi bahan komposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$  rod/rGO, (B) penyerapan gelombang mikro multilayer berturut-turut  $d$ ,  $\mu$ ,  $\epsilon$  yaitu ketebalan, permeabilitas magnetik relatif dan permitivitas.

Penyerapan gelombang mikro oleh sebuah absorber diawali ketika energi gelombang mikro pada material yang mengakibatkan minimnya dispersif sehingga menimbulkan pemanasan sampai pada keadaan secara molekular dan elektronik pada bahan tersebut ketika berinteraksi dengan medan elektromagnetik. Analisis medium homogen dan heterogen sampai pada pendekatan medium efektif dapat dijabarkan dalam dua parameter bahan permitivitas relatif kompleks  $s = s' - js''$  dan permeabilitas relatif  $\mu = \mu' - j\mu''$ . Bentuk  $s'$  dan  $\mu'$  adalah bentuk dari energi penyimpanan, sedangkan  $s''$  dan  $\mu''$  adalah bentuk rugi-rugi dielektrik atau energi disipasi dalam bahan dari mekanisme konduksi, resonansi, dan relaksasi. Rugi-rugi tangen dari bahan dielektrik adalah  $\tan \delta = s''/s'$ , dimana  $\delta$  adalah sudut rugi-rugi dielektrik dari bahan. Rugi-rugi energi dari bahan yang terdampak oleh gelombang elektromagnetik yang datang yang secara terus-menerus memberikan gaya aksi pada atom-atom dan molekul-molekul yang terpolarisasi dan sampai pada batas konduktivitasnya dari bahan tersebut. Daya total dari keadaan linier elektromagnetik dan medium dispersif ( untuk sebuah gelombang elektromagnetik harmonik dari frekuensi angular  $\omega$  ), memasuki sebuah volume  $V$  sampai pada permukaan luar  $S$  secara parsial sehingga mengakibatkan meningkatnya energi penyimpanan bagian dalam  $V$  dan secara parsial hilang menjadi panas. Keadaan tersebut dapat diformulasikan dalam persamaan (2.1).

$$\frac{\partial u}{\partial t} + A \cdot S = -j \cdot E - 2\omega \text{Im}(s \langle |E|^2 \rangle + \mu \langle |H|^2 \rangle) \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana,

$$u = \text{Re} \int_{s_0} \frac{d(\omega s)}{d\omega} \langle |E|^2 \rangle + \mu_0 \int_0 \frac{d(\omega \mu)}{d\omega} \langle |H|^2 \rangle + \dots \dots \dots (2.2)$$

$\langle \dots \rangle$  menunjukkan waktu rata-rata selama periode pembawa frekuensi, dan  $S \times H$  adalah vektor pointing. Kuantitas  $s_0$  dan  $\mu_0$  secara berturut-turut merupakan permitivitas dan permeabilitas magnetik ruang hampa. Secara berturut-turut kuantitas  $E$  dan  $H$  merupakan intensitas medan listrik dan magnet. Kuantitas  $j$  merupakan rugi-rugi dari konduktif dan dielektrik.

### 2.3 Interaksi Gelombang Mikro dengan Bahan Absorber

**Gambar 2.3 B** merupakan gambaran interaksi gelombang mikro dengan beberapa bahan absorber yang terdiri atas  $n$  lapis bahan yang berbeda dengan masing-masing memiliki *perfect electric conductor* (PEC). Bila gelombang elektromagnetik berinteraksi secara normal. Disini kuantitas harga dari  $d_i$ ,  $5_i$  dan  $\gamma_i$  secara berturut-turut dinotasikan sebagai ketebalan, impedansi intrinsik kompleks, dan konstanta propagasi dari ke- $i$  lapisan. Konduktivitas setiap lapisan dari bahan absorber diasumsikan bernilai nol. Impedansi ke- $i$  dari setiap lapisan dapat dituliskan dalam bentuk persamaan (2.3).

$$Z_i = 5_i \frac{Z_{i+1} + 5_i \tanh(\gamma_i d_i)}{5_{i-1} + Z_{i-1} \tanh(\gamma_i d_i)} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana  $5_i = 5_0 \sqrt{\mu_i/s}$ ,  $\gamma_i = j2\pi f \sqrt{\mu s}/c$ ,  $5_0$  adalah karakteristik impedansi dari ruang hampa; dan  $\mu_i$  dan  $s_i$  masing-masing merupakan permeabilitas dan permitivitas dari lapisan ke- $i$ . Dianggap bahwa PEC adalah plat logam,  $5_0 = 0$ , impedansi dari lapisan pertama adalah

$$Z_i = 5_i \tanh(\gamma_i d_i) \dots \dots \dots (2.4)$$

*Reflection Loss* (RL) dari interaksi normal gelombang elektromagnetik pada permukaan absorber diberikan dengan

$$RL = 20 \log |\Gamma| = 20 \log \left| \frac{Z_n - 5_0}{Z_n + 5_0} \right| \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana  $\Gamma$  adalah koefesien refleksi. Selanjutnya dari persamaan (2.3) sampai (2.4), dapat diketahui bahwa kombinasi permeabilitas magnetik dan permitivitas merupakan keadaan yang tepat untuk menghasilkan absorber gelombang mikro dengan peforma yang tinggi.

Secara khusus, untuk lapisan tunggal dari absorber backed dengan sebuah PEC, yang mana untuk situasi keadaan yang biasa, *RL* dapat diberikan sebagai bentuk,

$$RL = 20 \log \left| \frac{\sqrt{\frac{\mu}{s}} \tanh \left( j \frac{2\pi f d}{c} \sqrt{\mu s} \right) - 1}{\sqrt{\frac{\mu}{s}} \tanh \left( j \frac{2\pi f d}{c} \sqrt{\mu s} \right) + 1} \right| \dots \dots \dots (2.6)$$

Konstanta pelemahan/atenuasi  $\alpha$  (bagian riil dari faktor perambatan/propagasi  $\gamma$ ), dalam nepers/m, didefinisikan sebagai,

$$\alpha = \operatorname{Re}(\gamma) = \operatorname{Re}\left(\frac{j\omega\sqrt{\mu s}}{c}\right)$$

$$= \frac{\omega}{\sqrt{2}c} \sqrt{\mu''s'' - \mu's' + \sqrt{(\mu'^2 + \mu''^2)(s'^2 + s''^2)}} \dots (2.7)$$

dimana  $c$  merupakan kecepatan cahaya dalam ruang hampa. Disini kita dapat melihat bahwa konstanta pejalaran tergantung pada permeabilitas magnetik, permitivitas dan frekuensi kompleks. Dalam kasus khusus dielektrik murni dengan  $\mu = 1 - j0$ , mengingat bahwa perbandingan untuk kasus ferro dengan rugi-rugi magnetik yang kuat sebagian besar absorpsinya disebabkan oleh resonansi magnetik. Untuk rugi-rugi refleksi minimum  $RL$  memenuhi sebagaimana dalam persamaan (2.6) sesuai dengan kondisi tersebut adalah

$$\sqrt{\frac{\mu}{s}} \tanh\left(j\frac{2\pi fd}{c}\sqrt{\mu s}\right) = 1 \dots \dots \dots (2.8)$$

biasanya,  $\frac{2\pi fd}{c}\sqrt{\mu s} \ll 1$ , sebagai ketebalan  $d$  lebih kecil daripada panjang gelombang dan  $\epsilon$  juga kecil. Dari persamaan (2.8) bahwa,

$$j\frac{2\pi fd}{c}(\mu' - j\mu'') = 1 \dots \dots \dots (2.9)$$

kita dapat mereduksi ke bentuk,

$$\mu' = 0 \text{ dan } \mu'' = \frac{c}{2\pi fd} \dots \dots \dots (2.10)$$

kita mendapatkan bahwa frekuensi yang sepadan (*matching*)  $f_m$  adalah

$$f_m = \frac{c}{2\pi d\mu''} \dots \dots \dots (2.11)$$

Frekuensi yang sepadan secara umum sama dengan frekuensi resonansi, dimana dapat diberikan sebagai bentuk,

$$f = \frac{\gamma}{2\pi} H_a \dots \dots \dots (2.12)$$



dimana  $\frac{\gamma}{2\pi} = 2.8$  MHz/Oe adalah rasio giromagnetik. Medan anisotropi  $H_a$  diberikan dengan

$$H_a = \frac{2|K_1|}{\mu_0 M_s}, \quad \dots \dots \dots (2.13)$$

dimana  $K_1$  adalah konstanta anisotropi dan  $M_s$  magnetisasi saturasi. Magnetisasi saturasi yang lebih besar atau medan anisotropi lebih kecil frekuensi resonansi akan bergeser ke arah daerah merah, yang diikuti dengan melebarnya daerah absorpsi, keadaan demikian merupakan sebuah *trade-off* antara frekuensi resonansi dan lebar daerah absorpsi.

Kita dapat mengetahui perubahan dari absorben dielektrik. Dengan mengasumsikan bahwa  $\mu = 1 - j0$ , persamaan (2.6) dapat dituliskan dalam bentuk,

$$RL = 20 \log \left| \frac{\frac{\sqrt{1}}{s} \tanh(j \frac{2\pi fd}{c} \sqrt{s}) - 1}{\frac{\sqrt{1}}{s} \tanh(j \frac{2\pi fd}{c} \sqrt{s}) + 1} \right| \dots \dots \dots (2.14)$$

untuk  $\sqrt{1/s} \tanh(j \frac{2\pi fd}{c} \sqrt{s}) < 1$ , kesamaan yang mungkin yaitu  $\sqrt{1/s} \tanh(j \frac{2\pi fd}{c} \sqrt{s})$ , mencapai harga maksimum. Untuk  $(\frac{2\pi fd}{c} \sqrt{s}) \ll 1$ , kondisi yang mungkin sepadan adalah

$$\frac{\sqrt{1}}{s} = j \frac{2\pi fd}{c} \sqrt{s} \dots \dots \dots (2.15)$$

disini kita dapat mereduksi menjadi bentuk,

$$s' = 0, \quad s'' = \frac{c}{2\pi fd} \dots \dots \dots (2.16)$$

ini sama dengan bentuk persamaan (2.10), pada kondisi yang sepadan, kita dapat menghitung nilai  $RL$  maksimum sebagai bentuk,

$$[RL]_{maks} = 20 \log \left| \frac{1 - 1}{\frac{1}{s} + 1} \right| \dots \dots \dots (2.17)$$

Setelah beberapa transformasi, kita dapat memperoleh bentuk,

$$[RL]_{maks} = 20 \log \left( 1 - \frac{4}{2 + s'' \left( \tan \delta + \frac{1}{\tan \delta} \right)} \right) \dots \dots \dots (2.18)$$

Catatan bahwa  $\left( \tan \delta + \frac{1}{\tan \delta} \right)$  adalah meningkat secara monoton,  $\star \tan \delta < 1$ . Selanjutnya nilai los refleksi maksimum  $|RL|_{maks}$  dikoreksi dengan keduanya  $\epsilon''$  dan *loss tangent*. dalam kasus biasa bahwa  $s''$  lebih besar memberikan kenaikan *loss tangent* yang lebih besar, selanjutnya  $s''$  teroptimasi dan kelompok *loss tangent* dapat diprediksi dengan kondisi absorpsi maksimum, secara khusus sebagaimana yang diperlihatkan dalam **Gambar 2.3**.

Selanjutnya dengan menetapkan konstanta atenuasi dalam bentuk,

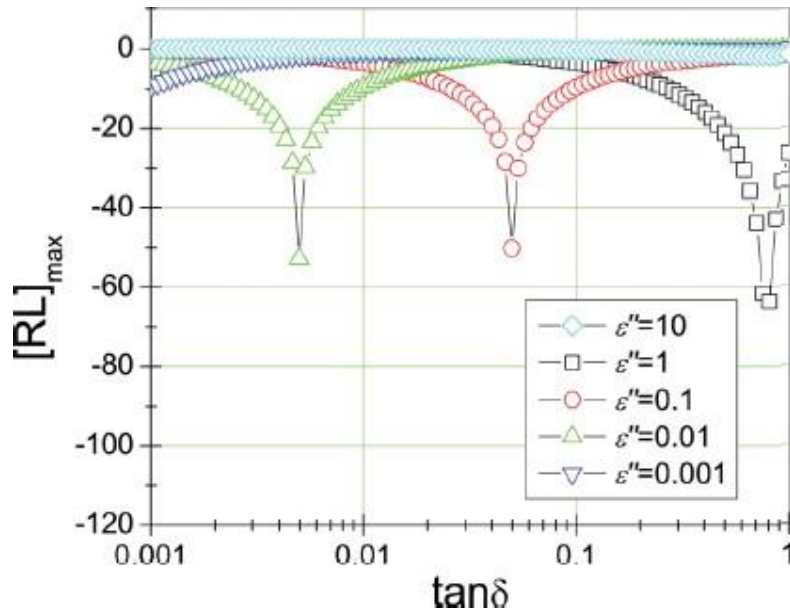
$$\alpha = \frac{\omega}{\sqrt{2} c} \sqrt{-s' + \sqrt{s'^2 + s''^2}} \dots \dots \dots (2.19)$$

Stelah beberapa transformasi, sehingga didapatkan,

$$\alpha = \frac{\omega}{\sqrt{2} c} \sqrt{s'' \left( \sqrt{1 + \frac{1}{\tan^2 \delta}} - \frac{1}{\tan \delta} \right)} \dots \dots \dots (2.20)$$

Pada frekuensi sepadan, pembacaan konstanta atenuasi sebagai,

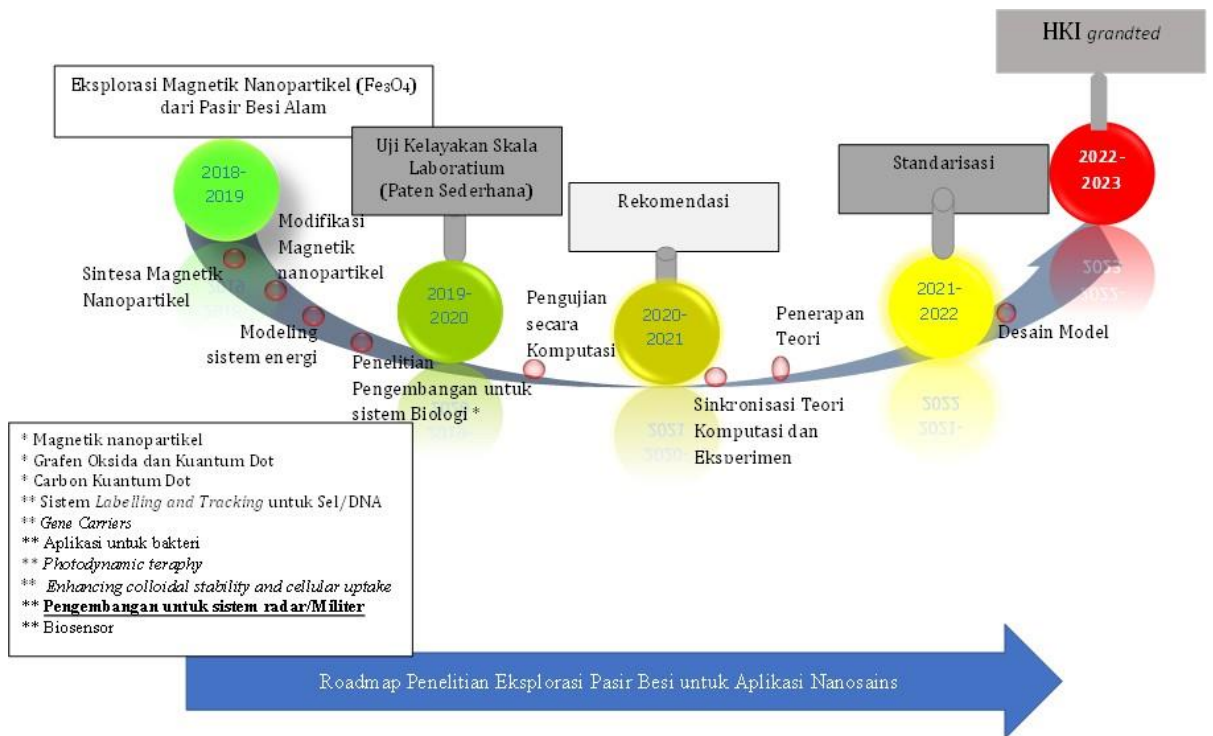
$$\alpha = \frac{\omega}{\sqrt{2} d} \sqrt{\frac{1}{s''} \left( \sqrt{1 + \frac{1}{\tan^2 \delta}} - \frac{1}{\tan \delta} \right)} \dots \dots \dots (2.21)$$



**Gambar 2.3.** (garis berwarna) rugi-rugi dielektrik bergantung pada  $|RL|_{maks}$  untuk masing-masing harga  $\epsilon$  yang berbeda (Qin & Brosseau, 2012)

### Roadmap Penelitian

Rencana strategis penelitian yang telah memprioritaskan eksplorasi sumber kekayaan alam lokal sebagai sumber material maju dan penerapannya dalam beberapa aplikasi secara rinci termuat dalam *road map* penelitian. Rencana strategis penelitian yang akan dikembangkan tersebut akan dikerjakan dalam kurun 2018-2023. Secara khusus *road map* penelitian tersebut secara rinci dapat dilihat dalam **Gambar 2.4.**



**Gambar 2.4.** Road map penelitian pengembangan sumber daya alam lokal sebagai sumber material maju dengan beberapa pengembangannya untuk aplikasi nanosains

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dikerjakan laboratorium Biomaterial Departemen Fisika IPB University dan laboratorium Fisika Lanjut Program Studi Pendidikan Fisika UHAMKA.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### a. Alat

Adapun alat yang dibutuhkan dalam mensintesa Grafen Oksida dan Polyaniline (PANI) Nanofiber meliputi, hot plate, teflon line autoclave reaktor, gelas ukur, cawan petri, neraca digital, spatula, ice bath, mortar, tabung ukur, pipit ukur, pH meter, magnetik stirrer, membran PTFE.

#### b. Bahan

Adapun bahan yang dibutuhkan dalam mensintesa Grafen Oksida atau rGO dan PANI nanofiber meliputi, batok kelapa,  $H_2SO_4/H_3PO_4$ ,  $KMNO_4$ ,  $H_2O_2$ , akuabides, alkohol, HCl, Urea. APS, Toulena, Aniline.

### 3.3 sintesa Grafen dari Arang Batok Kelapa

#### a. Sintesis Graphene Oxide

Graphene Oxide dalam penelitian ini akan disintesa dengan menerapkan metode Hummer (Shu *et al.* 2015). adapun mekanismenya yaitu, 3 gram bubuk arang Arang Batok Kelapa dilarutkan kedalam larutan campuran terkonsentrasi  $H_2SO_4/H_3PO_4$  dengan perbandingan (360:40 mL), setelah itu memasukkan bubuk arang Arang Batok Kelapa dan  $KMNO_4$  (18.0 g). campuran tersebut ini disebut sebagai prekursor GO. Aduk secara sempurna menggunakan magnetik stirrer pada suhu 60 °C selama 24 jam. Setelah dingin pada suhu ruang, selanjutnya prekursor dimasukkan ke dalam ice bath (400 mL). kemudian ditambahkan dengan  $H_2O_2$  tetes demi tetes sampai terbentuk perubahan warna kuning kecokelatan. Untuk menghilangkan pengotor pada filtrat yang dihasilkan, filtrat dibilas dengan

menggunakan HCl (1:10) dan dibilas kembali dengan menggunakan air non mineral sampai pada pH netral.

b. Reduksi GO ke Bentuk R-GO (Grafen Nanoplatelet)

Bubuk GO yang telah diperoleh dari proses sebelumnya selanjutnya dilakukan reduksi menjadi grafen nanoplatelet atau RGO. Adapun mekanismenya yaitu dimulai dengan mencampurkan bubuk GO dan urea dengan perbandingan molaritas 1:1. Campuran GO-urea selanjutnya digerus sampai lumat dan merata dengan menggunakan mortar. Campuran GO-urea yang telah lumat dimasukkan ke dalam Teplon-line autoclave 25 ml dan diberi perlakuan suhu 160 °C selama 48 jam tanpa menambahkan pelarut apapun. Sampel dikeluarkan setelah suhu menurun sampai pada suhu ruang. Sesudah itu sampel dicelupkan ke dalam 50 ml air non mineral dan di stirrer selama 30 menit dan kemudian disentrifugasi pada 7000 rpm selama 5 menit untuk menghilangkan unsur urea yang tak bereaksi. Hasil reaksi selanjutnya di re-dispersi dalam ethylene glycol dan sonikasi selama 60 menit sampai suspensi hitam tampak stabil, suspensi ini dikeluarkan untuk dimibilais selama satu minggu dan kemudian supernatant disentrifugasi pada 15000 rpm selama 10 menit atau disaring menggunakan membran PTFE dan selanjutnya produk akhir yang diperoleh adalah RGO.

Sampel yang telah diperoleh selanjutnya dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis yaitu untuk mengetahui daerah serapannya, Spektrofotometer Fluoresens (Fl) yaitu untuk mengetahui daerah emisinya, SEM yaitu untuk melihat secara visual morfologi dari GO, TEM selain untuk melihat secara visual dari morfologinya juga digunakan untuk mengetahui poladifraksi dari kristal, ukuran partikel, dan jarak antar kisi kristal. FTIR untuk mengetahui daerah serapan dari gugus fungsi. EDS digunakan untuk mengetahui besarnya energi ikat dari molekul. Raman spectroscopy digunakan bentuk ikatan dari setiap molekul. XRD digunakan untuk mengetahui kristalinitas dari bahan atau meterial rGO.

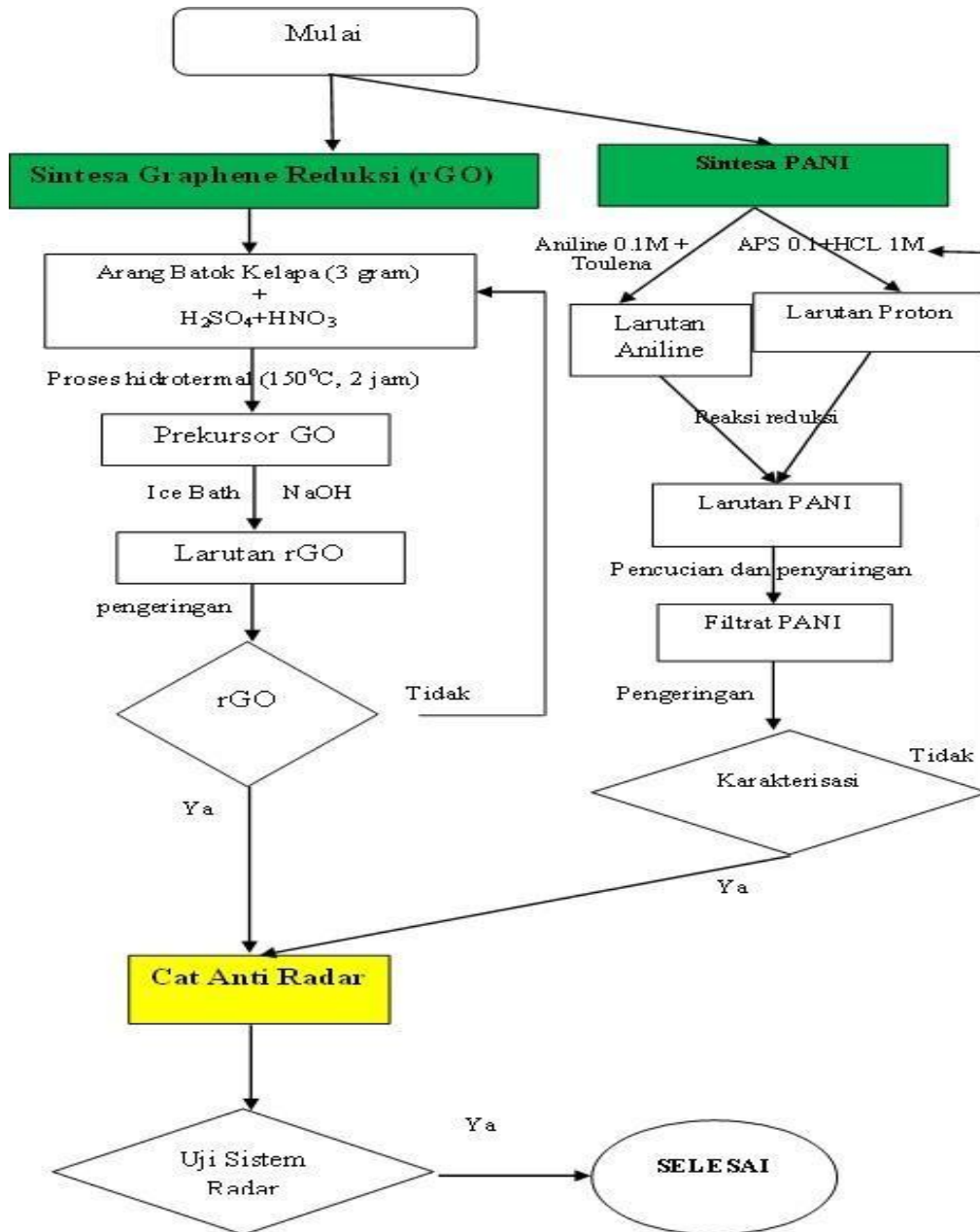
### 3.4 Sintesa PANI nanofiber

Sintesa PANI nanofiber dibuat dengan menggunakan metode konvensional. (1) membuat larutan aniline 0.1M di dalam Toulena. (2) membuat larutan APS 0.1M di dalam larutan HCl 1M. (3) menggabungkan kedua larutan dengan perbandingan larutan (1) 25 % dan larutan (2) 75 %. Amati proses reaksi yang terjadi sampai selesai, kemudian diamkan selama semalam. Setelah itu cuci ndapan yang dihasilkan dengan air non mineral dan alkohol secara bergantian sampai mencapai pH netral. Keringkan di atas hotplate atau oven dengan suhu 60°C sampai kering sempurna.

### 3.5 Bagan Alir Penelitian

Secara garis besar proses penelitian pembuatan material anti radar yang disintesa dari nonokompositgrafen nanoplatelet,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan PANI dapat di lihat pada bagan alir penelitian sebagaimana yang terurai dalam **Gambar 3.1**.

### 3.5 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.1** Diagram alir penelitian penyerapan gelombang radar dari bahan lokal Indonesia pasir besi Alam dan arang batok kelapa dan bahan sintetik PANI



### 3.6 Jadwal Penelitian

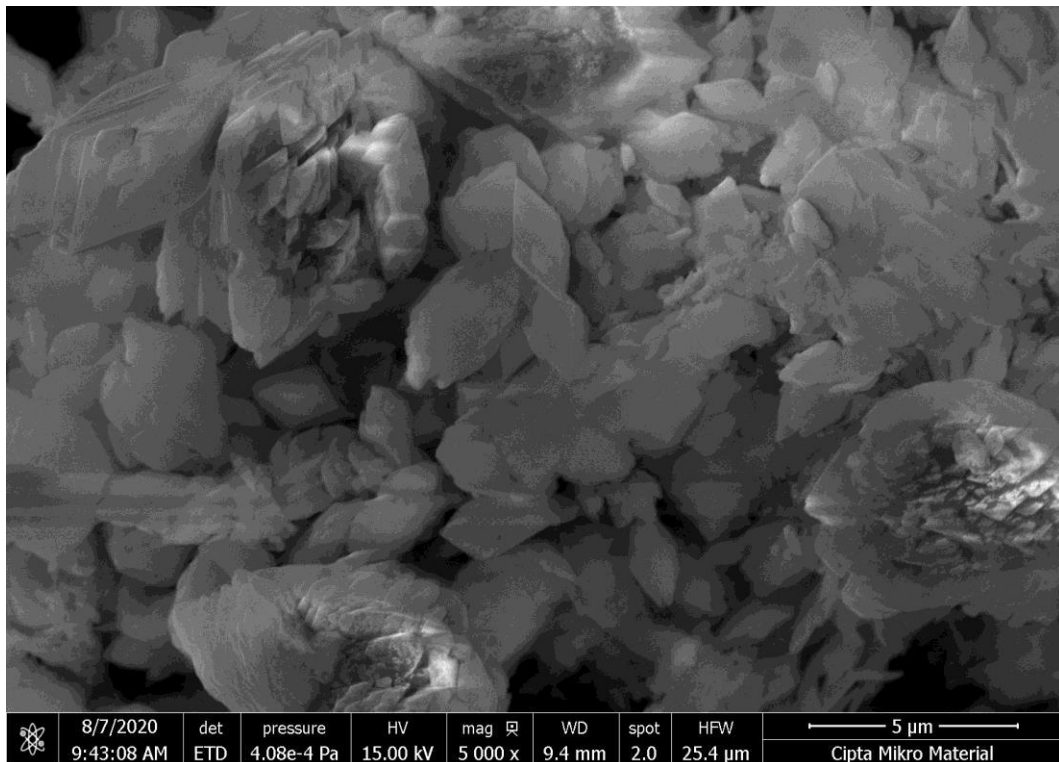
No	Jenis Kegiatan	Tahun ke-1 2020											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Penyusunan Proposal	█											
2	Survei / Pengambilan sampel	█											
3	Persiapan Alat dan Bahan	█	█										
4	Preparasi Magnetik nanopartikel (perlakuan dan doping)		█	█									
5	Karakterisasi			█	█	█	█	█	█				
6	Sintesa PANI				█	█	█	█	█				
7	Karakterisasi		█	█	█	█	█						
8	Sintesa rGO			█	█	█	█	█	█				
9	Karakterisasi				█	█	█	█	█	█			
10	Preparasi nanokomposit Magnetik nanopartikel/rGO/PANI					█	█	█	█	█	█	█	█
11	Karakterisasi						█	█	█	█	█	█	█
12	Pengujian skala laboratorium				█	█	█	█	█	█	█	█	█
13	Interpretasi Data					█	█	█	█	█	█	█	█
14	Analisis Prospek						█	█	█	█	█	█	█
15	Laporan					█	█	█	█	█	█	█	█
16	Publikasi dan atau Paten												█

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Bab 4 ini akan dibahas beberapa material komposit yang akan digunakan sebagai bahan penyerap gelombang radar. Beberapa material gabungan tersebut meliputi Grafen nanoplatelet, PANI dan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Akan tetapi dalam penelitian belum dapat menyajikan hasil uji sebagai penyerap gelombang radar, karena hal ini disebabkan masih dalam proses pengujian.

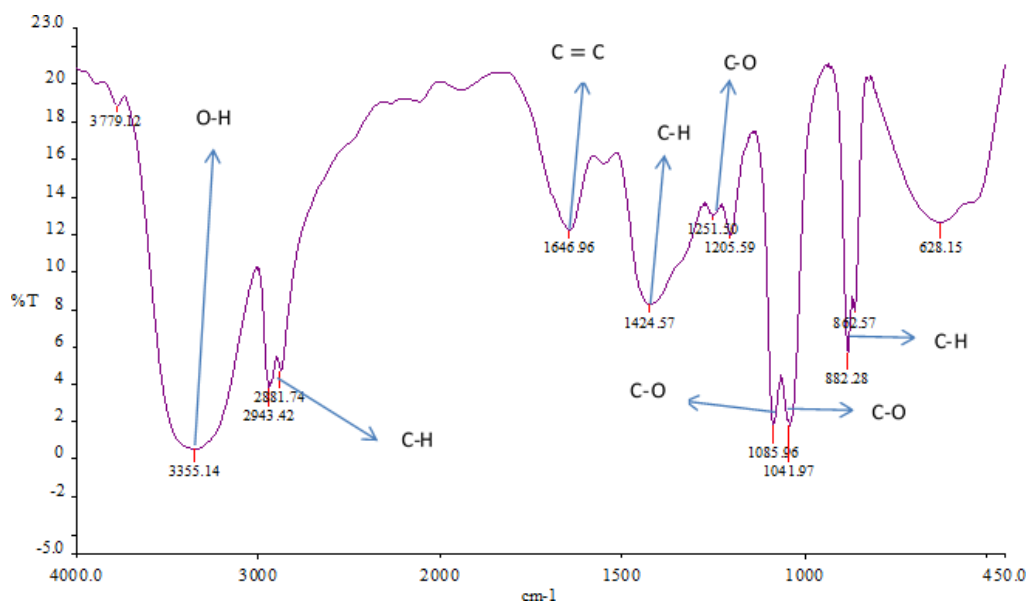
### 4.1 Grafen Nanoplatelet

Hasil uji secara visualisasi menggunakan citra SEM memperlihatkan bentuk morfologi berupa kumpulan serpihan pipih yang seluruhnya hampir seragam. Berdasarkan pada studi referensi ini memperlihatkan struktur nanoplatelet *multi layers* (Derelizade et al., 2020; Herron et al., 2011). Secara visual bentuk morfologi dari grafen ini secara nyata dapat dilihat dalam **Gambar 4.1**.



**Gambar 4.1.** Hasil visualisasi citra SEM morfologi dari grafen oksida yang disntesa dari arang Batok Kelapa dengan menggunakan metode Hummer.

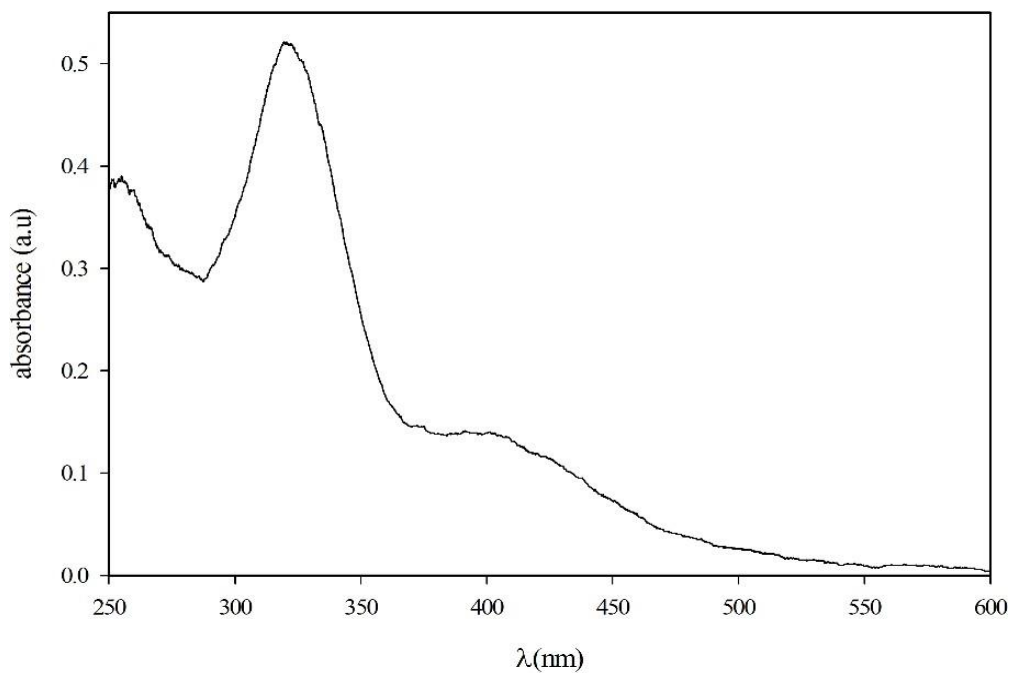
Kebenaran keberadaan adanya grafen ini juga dapat dikonfirmasi melalui hasil uji ikatan gugus fungsi *fourier transform infrared* (FTIR). Ikatan gugus fungsi yang mengkonfirmasi kuat suatu grafen adalah ikatan C = C dan C – O (Deb Nath et al., 2019; Dehghanzad et al., 2016; Herron et al., 2011). Berdasarkan pada sumber referensi tersebut diberitahukan bahwa ikatan gugus C – O merupakan bentuk dari keadaan dehidrasi atau dekomposisi oksigen grafen nanoplatelet yang dihasilkan. Mengenai ikatan gugus fungsi tersebut secara nyata telah diperlihatkan melalui **Gambar 4.2**.



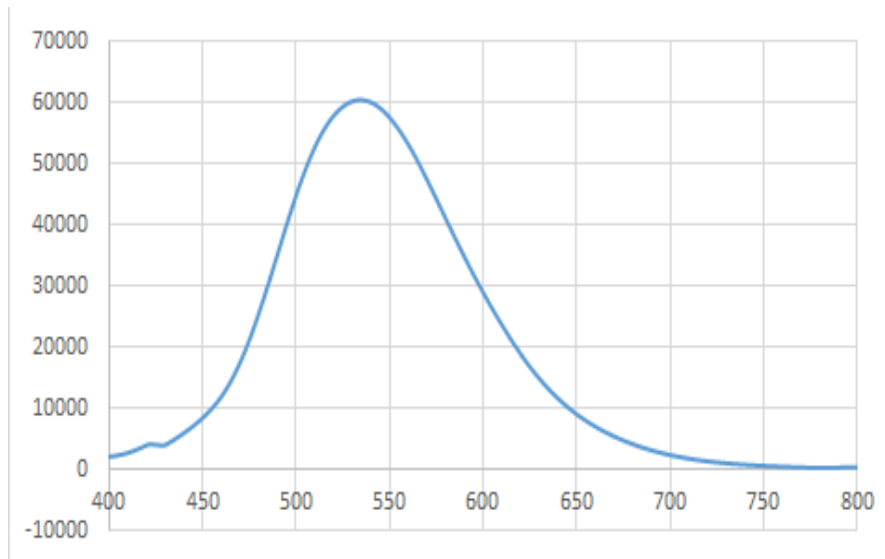
**Gambar 4.2.** Hasil uji ikatan gugus fungsi dari grafen menggunakan FTIR

Hasil uji karakterisasi grafen nanoplatelet yang telah dihasilkan via konfirmasi kurva absorbansi memperlihatkan dua puncak utama yang terbentuk. Puncak utama yang dihasilkan yaitu pada nilai panjang gelombang yang berkisar pada 320 nm dan 400 nm. Pada panjang gelombang 320 nm ini mengkonfirmasi keberadaan transisi  $\pi - \pi^*$  dari ikatan C = C (Gurunathan et al., 2015; Kumar et al., 2015; Shazali et al., 2018). Kurva absorbansi yang terbentuk ini menggambarkan tentang keadaan eksitasi elektron untuk setiap level energinya. Untuk material grafen transisi ini dikenal dengan transisi dari HOMO ke LUMO.

Keadaan emisi merupakan keadaan yang menggambarkan mekanisme jatuhnya elektron dari level energi yang lebih tinggi ke tingkat energi yang lebih rendah. Jatuhnya elektron dari level yang lebih tinggi akan memancarkan cahaya, sehingga emisi dari grafen dari penelitian ini telah memperlihatkan pendaran warna hijau yang dikonfirmasi dengan nilai puncak dari panjang gelombang yang dihasilkan. Adapun panjang gelombang yang dihasilkan dari keadaan emisi ini yaitu 540 nm. Secara nyata hasil emisi dari grafen yang diukur menggunakan spektrofotometer fluoresens ini dapat dilihat dalam **Gambar 4.4**.



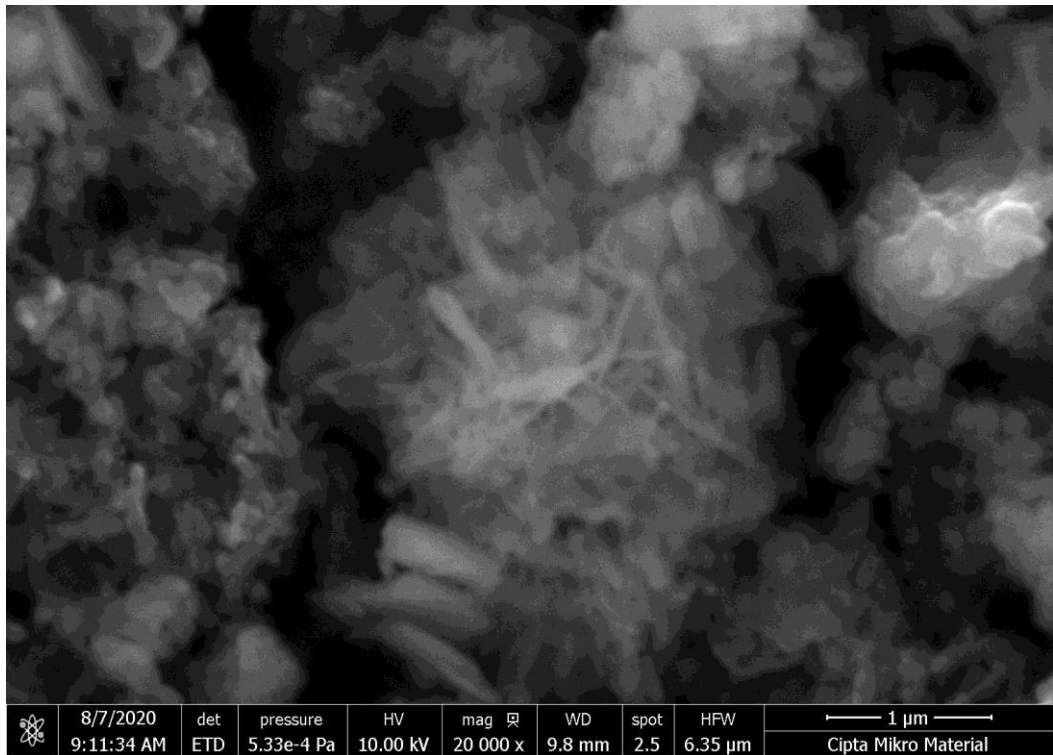
**Gambar 4.3.** Hasil uji sifat optik absorbansi dari grafen menggunakan spektrofotometer UV-Vis



**Gambar 4.4.** Hasil uji sifat optik fluoresens dari grafen menggunakan spektrofotometer fluoresens.

#### 4.2 Polianiline (PANI)

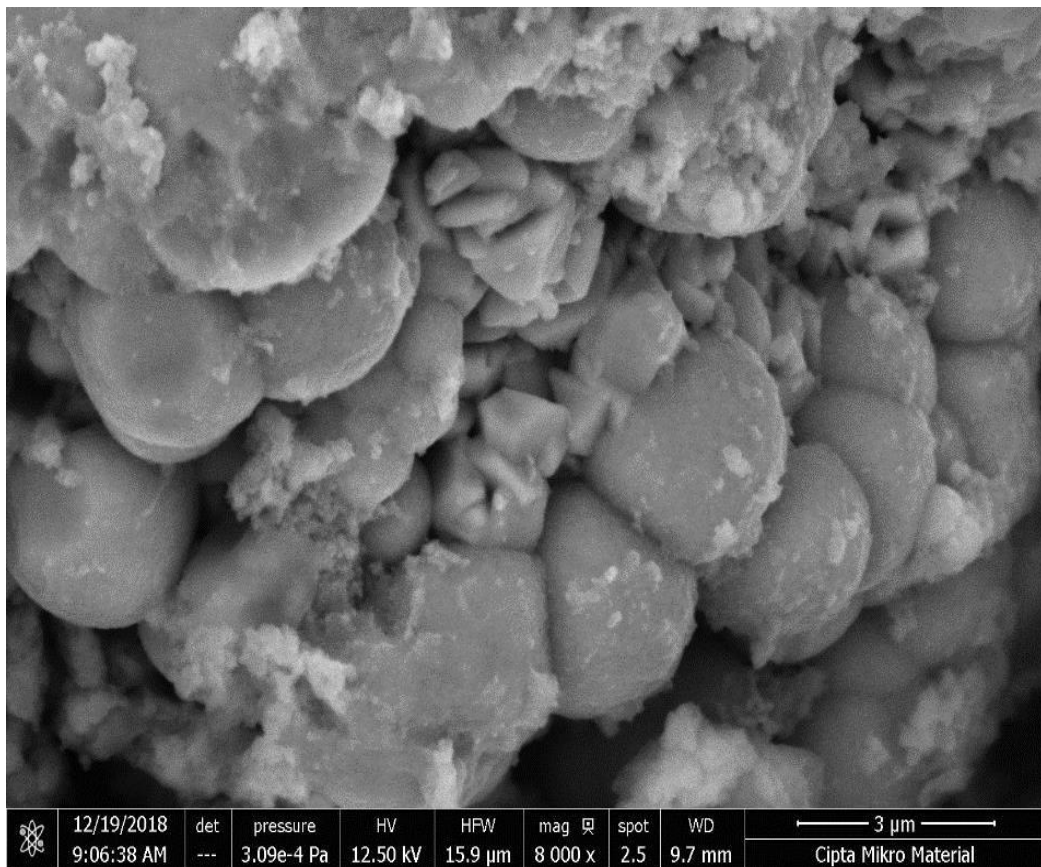
Hasil uji morfologi PANI menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) memperlihatkan sebagian struktur seperti jarum-jarum dan sebagiannya lagi seperti kembang Kol. Berdasarkan pada metode yang digunakan dalam mensintesa, bahwa sejatinya PANI memiliki struktur nanofiber (Materials, 2019; L. Wang et al., 2014; Xiong et al., 2019). Pani juga merupakan material yang memiliki sifat konduktif yang diakibatkan dari reaksi donor muatan ion saat proses polimerisasi (Shaimi et al., 2016; Stejskal & Gilbert, 2002; Yoo et al., 2007; D. Zhang, 2007). Hasil uji SEM dari PANI secara visual dapat dilihat dalam **Gambar 4.5**.



**Gambar 4.5.** Hasil visualisasi citra SEM morfologi dari PANI yang disintesa menggunakan polimerisasi dari Aniline.

#### 4.3 Magnetik Nanopartikel.

Hasil modifikasi magnetik nanopartikel yang disintesa dari pasir besi alam ini telah memperlihatkan struktur morfologi dalam bentuk Hollow sub mikron (Sang Nguyen et al., 2017). Akan tetapi pembentukannya belum terbentuk secara merata dan perlu adanya pengembangan lebih lanjut. Struktur morfologi ini sangat baik untuk dikembangkan dalam berbagai aplikasi diantaranya adalah sebagai penyerap gelombang mikro atau antiradar (Taufiq et al., 2017).



**Gambar 4.6.** Hasil visualisasi citra SEM morfologi dari magnetik nanopartikel yang disintesa dari pasir besi alam menggunakan metode kopresipitasi.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Beberapa poin yang dapat disimpulkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu tentang **PEMBUATAN CAT BAHAN ABSORBER GELOMBANG MIKRO YANG DISINTESA DARI BAHAN ALAM**

**LOKAL** adalah:

1. Sintesa material komposit sebagai penyerap gelombang radar telah dikerjakan dan telah melewati uji-uji beberapa karakteristik, dan dinyatakan memenuhi untuk dikembangkan.
2. Grafen nanoplatelet telah berhasil disintesa dari arang batok kelapa, hanya saja belum mendapatkan formulasi yang tepat untuk diajukan sebagai hak paten sebagaimana dijanjikan dalam penelitian ini.
3. Material magnetik atau  $Fe_3O_4$  telah berhasil disintesa dari pasir besi alam dan telah diseminarkan dalam konferensi internasional dan sedang dalam proses untuk dipublish.
4. Pengujian sebagai bahan penyerap gelombang radar telah berhasil diujikan di LIPI Bandung P2ET, hanya saja data tersebut belum dapat diambil dan masih dalam proses. Sebagai informasi tambahan material yang dirancang tersebut telah berhasil menyerap gelombang radar dan akan dikembangkan lagi (saran dari reviewer).

### 5.2 Saran

Penelitian ini membutuhkan waktu yang relatif lama untuk sampai pada pengembangan produk masal dan akan membutuhkan beberapa instansi, misalnya pengujian dan pihak pengguna. Oleh karena itu kerjasama antar instansi sangat peneliti butuhkan. Demikian saran yang dapat peneliti sampaikan mudah-mudahan dapat menjadi perhatian kita bersama guna pengembangan lebih lanjut.



## BAB 6. LUARAN YANG DICAPAI

Luaran yang dicapai berisi Identitas luaran penelitian yang dicapai oleh peneliti sesuai dengan skema penelitian yang dipilih.

IDENTITAS SEMINAR		
1	Nama Jurnal	Young Scholar Symposium on Science Education and Environment 2020 (YSSSEE-2020).
2	Website Jurnal	<a href="http://www.ysssee.id/announcement-session-12/">http://www.ysssee.id/announcement-session-12/</a>
3	Status Makalah	Accepted
4	Jenis Jurnal	Seminar International
4	Tanggal Submit	30 juli 2020
5	Bukti Screenshot submit	

## BAB 7. RENCANA TINDAK LANJUT DAN PROYEKSI HILIRISASI

Hasil Penelitian	Penelitian ini dirancang sebagai bentuk upaya dalam pengembangan sains dan teknologi dengan menerapkan kemampuan dari material maju untuk menjawab tantangan terkini. Hal yang paling penting untuk disampaikan ke khayalak dari penelitian ini adalah pemanfaatan sumber kekayaan alam lokal Indonesia yaitu pasir besi dan arang batok kelapa. Dalam penelitian ini peneliti telah berhasil mensintesa pasir besi menjadi material nanomagnetik (multifungsi), dan arang batok kelapa menjadi material maju Grafen nanoplatelet (multifungsi). Kedua bahan ini merupakan komposisi utama dalam terapannya sebagai penyerap gelombang radar/mikro yang dikerjakan dalam penelitian ini. Karena membutuhkan biaya yang lumayan besar sehingga penelitian ini hanya baru mengerjakan pada tahapan mensintesa material saja.
Rencana Tindak Lanjut	Penelitian ini akan terus dikembangkan secara perlahan sampai pada tahapan penerapan sebagai penyerap gelombang radar yaitu dalam bentuk cat sebagai produk akhir, dan PATEN. selanjutnya akan mencari mitra sebagai pengembangan lebih lanjut khususnya sebagai pihak pengguna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adil, S. F., Khan, M., & Kalpana, D. (2018). Graphene-based nanomaterials for solar cells. In *Multifunctional Photocatalytic Materials for Energy*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101977-1.00008-9>
- Bai, R. G., Muthoosamy, K., Manickam, S., & Hilal-Alnaqbi, A. (2019). Graphene-based 3D scaffolds in tissue engineering: Fabrication, applications, and future scope in liver tissue engineering. *International Journal of Nanomedicine*, *14*, 5753–5783. <https://doi.org/10.2147/IJN.S192779>
- Bibi, M., Abbas, S. M., Ahmad, N., Muhammad, B., Iqbal, Z., Rana, U. A., & Khan, S. U. D. (2017). Microwaves absorbing characteristics of metal ferrite/multiwall carbon nanotubes nanocomposites in X-band. *Composites Part B: Engineering*, *114*, 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.01.034>
- Bizao, R. A., Machado, L. D., De Sousa, J. M., Pugno, N. M., & Galvao, D. S. (2018). Scale effects on the ballistic penetration of graphene sheets. *Scientific Reports*, *8*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-25050-2>
- Chang, D., Lim, M., Goos, J. A. C. M., Qiao, R., Ng, Y. Y., Mansfeld, F. M., Jackson, M., Davis, T. P., & Kavallaris, M. (2018). Biologically targeted magnetic hyperthermia: Potential and limitations. *Frontiers in Pharmacology*, *9*(AUG). <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00831>
- Charmi, J., Nosrati, H., Mostafavi Amjad, J., Mohammadkhani, R., & Danafar, H. (2019). Polyethylene glycol (PEG) decorated graphene oxide nanosheets for controlled release curcumin delivery. *Heliyon*, *5*(4), e01466. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01466>
- Costa, U. O., Nascimento, L. F. C., Garcia, J. M., Monteiro, S. N., da Luz, F. S., Pinheiro, W. A., & da Costa Garcia Filho, F. (2019). Effect of graphene oxide coating on natural fiber composite for multilayered ballistic armor. *Polymers*, *11*(8). <https://doi.org/10.3390/polym11081356>
- Cui, G., Lu, Y., Zhou, W., Lv, X., Hu, J., Zhang, G., & Gu, G. (2019). Excellent microwave absorption properties derived from the synthesis of hollow Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@reduced graphene oxide (RGO) nanocomposites. *Nanomaterials*, *9*(2), 1–12. <https://doi.org/10.3390/nano9020141>
- D, M. S. M., Jebali, A., & Ph, D. (2018). *Original Article Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@Ag Nanoprobe for Detection of Ovarian Cancer Cell Line Using Magnetic Resonance Imaging*. *5*(2), 123–132.
- De Melo-Diogo, D., Lima-Sousa, R., Alves, C. G., & Correia, I. J. (2019). Graphene family nanomaterials for application in cancer combination photothermal therapy. *Biomaterials Science*, *7*(9), 3534–3551. <https://doi.org/10.1039/c9bm00577c>

- Deb Nath, N. C., Jeon, I. Y., Ju, M. J., Ansari, S. A., Baek, J. B., & Lee, J. J. (2019). Edge-carboxylated graphene nanoplatelets as efficient electrode materials for electrochemical supercapacitors. *Carbon*, *142*, 89–98. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2018.10.011>
- Dehghanzad, B., Razavi Aghjeh, M. K., Rafeie, O., Tavakoli, A., & Jameie Oskooie, A. (2016). Synthesis and characterization of graphene and functionalized graphene via chemical and thermal treatment methods. *RSC Advances*, *6*(5), 3578–3585. <https://doi.org/10.1039/c5ra19954a>
- Derelizade, K., Venturi, F., Wellman, R. G., Khlobystov, A., & Hussain, T. (2020). Structural changes of thermal sprayed graphene nano platelets film into amorphous carbon under sliding wear. *Applied Surface Science*, *528*(April), 146315. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.146315>
- Fatima, H., & Kim, K. S. (2017). Magnetic nanoparticles for bioseparation. *Korean Journal of Chemical Engineering*, *34*(3), 589–599. <https://doi.org/10.1007/s11814-016-0349-2>
- Gubin, S. P., Spichkin, Y. I., Yurkov, G. Y., & Tishin, A. M. (2002). Nanomaterial for high-density magnetic data storage. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, *47*(SUPPL.).
- Guo, H., Lv, R., & Bai, S. (2019). Recent advances on 3D printing graphene-based composites. *Nano Materials Science*, *1*(2), 101–115. <https://doi.org/10.1016/j.nanoms.2019.03.003>
- Gurunathan, S., Han, J. W., Kim, E. S., Park, J. H., & Kim, J. H. (2015). Reduction of graphene oxide by resveratrol: A novel and simple biological method for the synthesis of an effective anticancer nanotherapeutic molecule. *International Journal of Nanomedicine*, *10*, 2951–2969. <https://doi.org/10.2147/IJN.S79879>
- Herron, C. R., Coleman, K. S., Edwards, R. S., & Mendis, B. G. (2011). Simple and scalable route for the “bottom-up” synthesis of few-layer graphene platelets and thin films. *Journal of Materials Chemistry*, *21*(10), 3378–3383. <https://doi.org/10.1039/c0jm03437a>
- Horn, M., Gupta, B., MacLeod, J., Liu, J., & Motta, N. (2019). Graphene-based supercapacitor electrodes: Addressing challenges in mechanisms and materials. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, *17*, 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2019.03.004>
- Huang, L., Li, J., Wang, Z., Li, Y., He, X., & Yuan, Y. (2019). Microwave absorption enhancement of porous C@CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanocomposites derived from eggshell membrane. *Carbon*, *143*, 507–516. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2018.11.042>
- Hummers, W. S., & Offeman, R. E. (1958). Preparation of Graphitic Oxide. *Journal of the American Chemical Society*, *80*(6), 1339.

<https://doi.org/10.1021/ja01539a017>

- Karahan, H. E., Wiraja, C., Xu, C., Wei, J., Wang, Y., Wang, L., Liu, F., & Chen, Y. (2018). Graphene Materials in Antimicrobial Nanomedicine: Current Status and Future Perspectives. *Advanced Healthcare Materials*, 7(13), 1–18. <https://doi.org/10.1002/adhm.201701406>
- Krishnan, S. K., Singh, E., Singh, P., Meyyappan, M., & Nalwa, H. S. (2019). A review on graphene-based nanocomposites for electrochemical and fluorescent biosensors. *RSC Advances*, 9(16), 8778–8781. <https://doi.org/10.1039/c8ra09577a>
- Kumar, V., Chopra, A., Arora, S., Yadav, S., Kumar, S., & Kaur, I. (2015). Amperometric sensing of urea using edge activated graphene nanoplatelets. *RSC Advances*, 5(18), 13278–13284. <https://doi.org/10.1039/c4ra12594k>
- Lin, J., Huang, Y., & Huang, P. (2018). Graphene-Based Nanomaterials in Bioimaging. In *Biomedical Applications of Functionalized Nanomaterials: Concepts, Development and Clinical Translation*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-50878-0.00009-4>
- Ma, Y., Zhou, Y., Xiong, Z., Sun, Y., Qi, C., Zhang, Y., & Liu, Y. (2019). Facile synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PANI rod/rGO nanocomposites with giant microwave absorption bandwidth. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 30(5), 4819–4830. <https://doi.org/10.1007/s10854-019-00776-5>
- Mahmoudi, T., Wang, Y., & Hahn, Y. B. (2018). Graphene and its derivatives for solar cells application. *Nano Energy*, 47(January), 51–65. <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2018.02.047>
- Materials, S. (2019). *ce d M us pt. December 2016*, 0–22.
- Meng, Z., Han, J., Qin, X., Zhang, Y., Balogun, O., & Keten, S. (2018). Spalling-like failure by cylindrical projectiles deteriorates the ballistic performance of multi-layer graphene plates. *Carbon*, 126, 611–619. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2017.10.068>
- Mok, H., & Zhang, M. (2013). Superparamagnetic iron oxide nanoparticle-based delivery systems for biotherapeutics. *Expert Opinion on Drug Delivery*, 10(1), 73–87. <https://doi.org/10.1517/17425247.2013.747507>
- Monetta, T., Acquesta, A., & Bellucci, F. (2015). Graphene/epoxy coating as multifunctional material for aircraft structures. *Aerospace*, 2(3), 423–434. <https://doi.org/10.3390/aerospace2030423>
- Oliveira, A. E. F., Braga, G. B., Tarley, C. R. T., & Pereira, A. C. (2018). Thermally reduced graphene oxide: synthesis, studies and characterization. *Journal of Materials Science*, 53(17), 12005–12015. <https://doi.org/10.1007/s10853-018-2473-3>
- Palanisamy, S., & Wang, Y. M. (2019). Superparamagnetic iron oxide

- nanoparticulate system: Synthesis, targeting, drug delivery and therapy in cancer. *Dalton Transactions*, 48(26), 9490–9515. <https://doi.org/10.1039/c9dt00459a>
- Peña-Bahamonde, J., Nguyen, H. N., Fanourakis, S. K., & Rodrigues, D. F. (2018). Recent advances in graphene-based biosensor technology with applications in life sciences. *Journal of Nanobiotechnology*, 16(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12951-018-0400-z>
- Qin, F., & Brosseau, C. (2012). A review and analysis of microwave absorption in polymer composites filled with carbonaceous particles. *Journal of Applied Physics*, 111(6). <https://doi.org/10.1063/1.3688435>
- Sanaeifar, N., Rabiee, M., Abdolrahim, M., Tahriri, M., Vashae, D., & Tayebi, L. (2017). A novel electrochemical biosensor based on Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles-polyvinyl alcohol composite for sensitive detection of glucose. *Analytical Biochemistry*, 519, 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2016.12.006>
- Sang Nguyen, X., Zhang, G., & Yang, X. (2017). Mesocrystalline Zn-Doped Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Hollow Submicrospheres: Formation Mechanism and Enhanced Photo-Fenton Catalytic Performance. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 9(10), 8900–8909. <https://doi.org/10.1021/acsami.6b16839>
- Shah, A. U. H. A., Kamran, M., Bilal, S., & Ullah, R. (2019). Cost effective chemical oxidative synthesis of soluble and electroactive polyaniline salt and its application as anticorrosive agent for steel. *Materials*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/ma12091527>
- Shahriary, L., & Athawale, A. a. (2014). Graphene Oxide Synthesized by using Modified Hummers Approach. *International Journal of Renewable Energy and Environmental Engineering*, 02(01), 58–63.
- Shaimi, R., Mokhtar, N. M. K., Tan, P. C., Jawad, Z. A., & Low, S. C. (2016). Chemical oxidative polymerization of conductive polyaniline-iron oxide composite as an electro-transducer for electrochemical sensing applications. *E-Polymers*, 16(3), 225–233. <https://doi.org/10.1515/epoly-2015-0230>
- Shang, L., Qi, Y., Lu, H., Pei, H., Li, Y., Qu, L., Wu, Z., & Zhang, W. (2019). Graphene and Graphene Oxide for Tissue Engineering and Regeneration. In *Theranostic Bionanomaterials*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815341-3.00007-9>
- Shazali, S. S., Amiri, A., Mohd Zubir, M. N., Rozali, S., Zabri, M. Z., & Sabri, M. F. M. (2018). Facile hydrothermal method for synthesizing nitrogen-doped graphene nanoplatelets using aqueous ammonia: Dispersion, stability in solvents and thermophysical performances. *Materials Research Express*, 5(3). <https://doi.org/10.1088/2053-1591/aab527>
- Stejskal, J., & Gilbert, R. G. (2002). Polyaniline. Preparation of a conducting polymer (IUPAC technical report). *Pure and Applied Chemistry*, 74(5), 857–

867. <https://doi.org/10.1351/pac200274050857>

- Szunerits, S., & Boukherroub, R. (2018). *Graphene-based biosensors*.
- Taufiq, A., Bahtiar, S., Sunaryono, Hidayat, N., Hidayat, A., Mufti, N., Diantoro, M., Fuad, A., Munasir, Rahmawati, R., Adi, W. A., Pratapa, S., & Darminto. (2017). Preparation of Superparamagnetic Zn<sub>0.5</sub>Mn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Particle by Coprecipitation-Sonochemical Method for Radar Absorbing Material. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 202(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/202/1/012024>
- Vincent, M., De Lázaro, I., & Kostarelos, K. (2017). Graphene materials as 2D non-viral gene transfer vector platforms. *Gene Therapy*, 24(3), 123–132. <https://doi.org/10.1038/gt.2016.79>
- Vlăsceanu, G. M., Iovu, H., & Ioniță, M. (2019). Graphene inks for the 3D printing of cell culture scaffolds and related molecular arrays. *Composites Part B: Engineering*, 162(August 2018), 712–723. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.01.010>
- Wang, L., Lu, X., Lei, S., & Song, Y. (2014). Graphene-based polyaniline nanocomposites: Preparation, properties and applications. *Journal of Materials Chemistry A*, 2(13), 4491–4509. <https://doi.org/10.1039/c3ta13462h>
- Wang, Y., Gao, X., Lin, C., Shi, L., Li, X., & Wu, G. (2019). Metal organic frameworks-derived Fe-Co nanoporous carbon/graphene composite as a high-performance electromagnetic wave absorber. *Journal of Alloys and Compounds*, 785, 765–773. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.01.271>
- Xia, M. Y., Xie, Y., Yu, C. H., Chen, G. Y., Li, Y. H., Zhang, T., & Peng, Q. (2019). Graphene-based nanomaterials: the promising active agents for antibiotics-independent antibacterial applications. *Journal of Controlled Release*, 307(June), 16–31. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2019.06.011>
- Xiong, S., Wang, Y., Chu, J., Wang, X., Zhang, R., Gong, M., Wu, B., & Li, Z. (2019). One-pot hydrothermal synthesis of polyaniline nanofibers/reduced graphene oxide nanocomposites and their supercapacitive properties. *High Performance Polymers*, 31(9–10), 1238–1247. <https://doi.org/10.1177/0954008319845435>
- Yan, J., Huang, Y., Zhang, Z., & Liu, X. (2019). Novel 3D microsheets contain cobalt particles and numerous interlaced carbon nanotubes for high-performance electromagnetic wave absorption. *Journal of Alloys and Compounds*, 785, 1206–1214. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.01.275>
- Yan, M., Liu, Y., Zhu, X., Wang, X., Liu, L., Sun, H., Wang, C., Kong, D., & Ma, G. (2019). Nanoscale Reduced Graphene Oxide-Mediated Photothermal Therapy Together with IDO Inhibition and PD-L1 Blockade Synergistically Promote Antitumor Immunity. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 11(2),

1876–1885. <https://doi.org/10.1021/acsami.8b18751>

- Yoo, J. E., Cross, J. L., Bucholz, T. L., Lee, K. S., Espe, M. P., & Loo, Y. L. (2007). Improving the electrical conductivity of polymer acid-doped polyaniline by controlling the template molecular weight. *Journal of Materials Chemistry*, *17*(13), 1268–1275. <https://doi.org/10.1039/b618521e>
- Zhang, D. (2007). On the conductivity measurement of polyaniline pellets. *Polymer Testing*, *26*(1), 9–13. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2006.07.010>
- Zhang, W., Li, X., Zou, R., Wu, H., Shi, H., Yu, S., & Liu, Y. (2015). Multifunctional glucose biosensors from Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles modified chitosan/graphene nanocomposites. *Scientific Reports*, *5*(February), 1–9. <https://doi.org/10.1038/srep11129>
- Zhu, X., Liu, Y., Li, P., Nie, Z., & Li, J. (2016). Applications of graphene and its derivatives in intracellular biosensing and bioimaging. *Analyst*, *141*(15), 4541–4553. <https://doi.org/10.1039/c6an01090c>



## **LAMPIRAN**



**LETTER OF ACCEPTANCE (LOA)**

Nomor: 075/YSSSEE/UINRIL/IX/2020

To whom it may concern,

We would like to inform you that based on the result of peer-review on the following article:

Author : **S Arjo, M N Hidayat, N Suminten, B Nurjanati, and S Husain**  
Institution : UM Prof. Dr. Hamka Jakarta; Institut Pertanian Bogor;  
Universitas Lambung Mangkurat.  
Title : Optimise of Natural Resources Local Indonesia Materials to  
synthesis magnetic and Magnetic Hybrid Particles via  
Chemical Ablation, Co-precipitation, and Hydrothermal Route  
Process  
Date of Submission : July 30<sup>th</sup>, 2020

We hereby declare that the said article is accepted and will be processed by the board of reviewers for further feedbacks.

This statement letter has been issued for use as stated and intended. Thank you for your cooperation.

Bandar Lampung, September 17<sup>th</sup>, 2020  
Chairman,

Antomi Saregar, M. Pd., M. Si.

## Appendix

### THE LIST OF ACCEPTED FULL PAPER FOR YSSSEE 2020 (First Session)

NO	YSSSEE CODE	AUTHORS	TITLE	AFFILIATION	DECISION
1	YSSSEE01	Lutfiyanti Fitriah, Elfa Ma'rifah, Misbah	Developing a heat and temperature textbook based on the local wisdom of Hulu Sungai Selatan regency to train rakat mufakat characters	UIN Antasari Banjarmasin STAI Al-Ma'arif Buntok Universitas Lambung Mangkurat	ACCEPTED WITH REVISION
2	YSSSEE02	Irani diansah, Agus Suyatna, Viyanti	STEM- based multimedia design for stimulating HOTS on water and wind energy materes: Physics teacher perception	Universitas Lampung	ACCEPTED WITH REVISION
3	YSSSEE03	Sestika Sari, Agus Suyatna, Viyanti	Need assesment and design of e-modules to stimulate HOTS on dynamic fluid materials with the STEM approach	Universitas Lampung	ACCEPTED WITH REVISION
4	YSSSEE04	W Anggraini, I Fiteriani, Nur Nunu Prihantini, Fri Rahmawati, A Susanti, E Septiyani	The Effect of Soil Physical and Chemical Characteristics on Mustard Growth in Bahway Village Balik Bukit District, West Lampung Regency	UIN Raden Intan Universitas Kristen Indonesia	ACCEPTED WITH REVISION
5	YSSSEE05	W Anggraini, Y Suryani, N A Kristiana Dewi, D S Ida Aflaha, E Octafiona, A Amalia Istiqomah	Effect of Cooperative Model Type Two Stay Two Stray Assisted Digital Literacy to Improve Metacognition Ability of MTs Muhammadiyah Sukarame Students in Bandar Lampung	UIN Raden Intan STMIK Pringsewu Universitas Kahuripan Kediri	ACCEPTED WITH REVISION
6	YSSSEE06	Ikhsan Maulidi, Intan Syahrini, Rini Oktavia, Mahmudi	Bayesian Analysis on Determination of Claim Land Area Prediction for Rice Farmers Insurance Business in Indonesia	Univeritas Syiah Kuala	ACCEPTED WITH REVISION
7	YSSSEE07	Sovia Mas Ayu, Oki Dermawan, Defriyanto, Junaidah, Meisuri, Busmayaril	Pengaruh Pembelajaran Blended Learning Berbasis STEM Berbantuan Schoology terhadap kemampuan Berpikir Kritis	UIN Raden Intan	ACCEPTED WITH REVISION

8	YSSSEE08	Lintang Fitra Utami, Ikrar Pramudya, Isnandar Slamet	Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Trigonometri	Universitas Sebelas Maret	ACCEPTED WITH REVISION
9	YSSSEE09	Jazim Ahmad, Rina Agustina, Nurul Farida, Siti Nurlaila	Mathematics Ability of Students with Intellectual Disability	Universitas Muhammadiyah Metro	ACCEPTED WITH REVISION
10	YSSSEE10	Panca Ayu Mutiara, Fafiru Achmad, Lisa Meilinda Sari, Maulana Alief, Nanang Supriyadi, Fredi Ganda Putra	Analysis of Critical Thinking Skills: The Impact of RMS Learning (Reading, Mind Mapping, and Sharing) Based on APL (props, Power Point, and Worksheet)	UIN Raden Intan	ACCEPTED WITH REVISION
11	YSSSEE11	Veronika Yusnita Andriani Prastika, Riyadi, Siswanto	Analisis Tingkat Berpikir Kreatif Matematis Berdasarkan Kecerdasan Logis Matematis	Universitas Sebelas Maret	ACCEPTED WITH REVISION
12	YSSSEE12	Suprapti Rejeki, Riyadi, Siswanto	The Students' Critical Thinking Skill in Solving Geometry Problems Viewed From Their Emotional Intelligence	Universitas Sebelas Maret	ACCEPTED WITH REVISION
13	YSSSEE13	Arif Billah, Mohammad Masykuri, Sarwanto, Sajidan	Implementation of critical thinking in Junior High School students through science learning: A systematic review	Universitas Sebelas Maret	ACCEPTED WITH REVISION
14	YSSSEE14	Y Suryani, A R Ningrum, N Hidayah, N R Dewi	Effectiveness of Scaffolding Strategy Based on Blended Learning with Google Classroom on Learning Outcomes and Self-Efficacy Students	UIN Raden Intan	ACCEPTED WITH REVISION
15	YSSSEE15	Dhafid Wahyu Utomo, Wieka Barathayomi, Heni Pujiastuti, Rudi Haryadi	The effectiveness of web centric courses in English mathematics profession learning to improve digital literacy skills	Universitas Sultan Ageng Tirtayasa	ACCEPTED WITH REVISION
16	YSSSEE16	Adeliya Ayu, I Wayan Distrik, Undang R.	The Development of Worksheet by Using Science Technology Engineering and Mathematics (STEM) Approach Based on Multiple Representations and Integrated with Twenty First Century Learning to Improve Physics Problem Solving Ability	Universitas Lampung	ACCEPTED WITH REVISION

17	YSSSEE17	Sutrisno Sadji Evenddy, Welliam Hamer, Heni Pujiastuti, Rudi Haryadi	Development of e-learning module based on 3D flipbook in English learning mathematics profession	Universitas Sultan Ageng Tirtayasa	ACCEPTED WITH REVISION
18	YSSSEE18	Nana Hendracipta, Heni Pujiastuti, Rudi Haryadi, Isna Rafianti	Use of augmented reality in improving understanding of mathematics concepts for pre-service elementary education teachers	Universitas Sultan Ageng Tirtayasa	ACCEPTED WITH REVISION
19	YSSSEE19	Dewi Dewantara, Mustika Wati, Lukman W Kusuma, Ida Rasmawati, Melisa	Digital Electronics Practicum with "Logisim" Application with Zoom-assisted	Universitas Lambung Mangkurat	ACCEPTED WITH REVISION
20	YSSSEE20	Dwikie Mahendra Sani, Sukarmin, Suharno	The Needs Analysis for Development Electronic Learning Modules (E-Modules) Based on Local Wisdom Type of Information Search in Senior High Schools' Physics Online Learning During Covid-19 Pandemic	Universitas Sebelas Maret	ACCEPTED WITH REVISION
21	YSSSEE21	Lestari Lestari, Syafrimen Syafril, Sri Latifah	Hybrid Learning: Problematic Explanation in Physics Learning	UIN Raden Intan	ACCEPTED WITH REVISION
22	YSSSEE22	Nanang Supriadi, Youlanda L. Man, Fitri Oktaria Pirma, Nurma Linda Lestari, Iip Sugiharta, Netriwati	Mathematical reasoning ability in linear equations with two variables: The impact of flipped-classroom	UIN Raden Intan	ACCEPTED WITH REVISION
23	YSSSEE23	Dona Dinda Pratiwi, Mujib, Siska Andriani, Mardiyah, Cahniyo Wijaya Kuswanto, Erlailia Utami	Penerapan Media Ubin Aljabar Dengan Matematika Gasing Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Dan Kreativitas Siswa	UIN Raden Intan	ACCEPTED WITH REVISION
24	YSSSEE24	Ikrar Pramudya, Isnandar Slamet, Kusnul Itasari	Profil Koneksi Matematis Siswa Perempuan SMA dengan Gaya Belajar Converger dalam Menyelesaikan Masalah Matematika	Universitas Sebelas Maret	ACCEPTED WITH REVISION
25	YSSSEE25	NB Haka, A Hamid, L Puspita, N Widiawati, D Reftyawati and W Anggraini	Analysis of the ability of prospective educators in compiling an analysis rubric on performance assessments for learning biology	UIN Raden Intan	ACCEPTED WITH REVISION

26	YSSSEE26	S Arjo, M N Hidayat, N Suminten, B Nurjanati, and S Husain	Optimise of Natural Resources Local Indonesia Materials to synthesis magnetic and Magnetic Hybrid Particles via Chemical Ablation, Co-precipitation, and Hydrothermal Route Process	UM Prof. Dr Hamka Jakarta Institut Pertanian Bogor Universitas Lambung Mangkurat	ACCEPTED WITH REVISION
27	YSSSEE27	Mujib, Mardiyah, Farida, Destria Rachmadina, Dona Dinda Pratiwi,	Video Development Assisted Mathematics Application Powtoon with contextual learning	UIN Raden Intan	ACCEPTED WITH REVISION

Chair of YSSSEE 2020



Antomi Saregar, M.Pd., M. Si.





UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG  
LAMPUNG, INDONESIA

YSSSEE 2020  
INTERNATIONAL  
CONFERENCE

# CERTIFICATE

NO: 156/YSSSEE/UIRIL/IX/2020

Awarded to

**Sugianto Arjo**

as a PRESENTER

In the Young Scholar Symposium on Science Education and Environment (YSSSEE) International Conference 2020. Held in UIN Raden Intan and Emersia Hotel, Indonesia, September 22<sup>nd</sup> - 23<sup>rd</sup>, 2020.



**Prof. Dr. H. Moh. Mukri, M.Ag**  
Rector of UIN Raden Intan Lampung



**Dr. Erina Pane, S.H., M.Hum**  
Executive Chairman of YSSSEE 2020

Organizers:



Publisher & Publisher Partner:



# Optimise of Natural Resources Local Indonesia Materials to synthesis magnetic and Magnetic Hybrid Particles via Chemical Ablation, Co-precipitation, and Hydrothermal Route Process

S Arjo<sup>1</sup>, M N Hidayat<sup>1</sup>, N Suminten<sup>1</sup>, B Nurjanati<sup>2</sup>, and S Husain<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics Education, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, IPB University, Bogor, Indonesia

<sup>3</sup>Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Lambung Mangkurat University, Banjar Baru, Indonesia

\*email : [s.arjo@uhamka.ac.id](mailto:s.arjo@uhamka.ac.id)

**Abstract** The magnetic nanoparticle synthesis from natural resources, natural iron sands, has been finally done. Generally, this natural iron sands is a kind of natural waste in Indonesia that has not been used maximally. After this research, hopefully there is interesting information including utilization of local natural iron sand of Indonesia as advanced material resource that is magnetic material. Therefore the reader of this article can develop it for further application. Magnetic particles are a material that is very promising in supporting developments of science and technology, one of them is the development (including) in medical fields. Most previous researchers carried out the magnetic synthesis of particles using chemicals as precursors. In this study, We would like to report how to synthesize magnetic particles using local natural Indonesian iron sands. The applied method includes three steps, chemical ablation, coprecipitation, and hydrothermal method. The results of this study have shown that Zn-doped magnetic particles presented that Quasi-spherical structures become hollow-microsphere morphological structures even though they have not perfected yet. A Zn-doped treatment broadens at frequency wave absorptions and magnetism properties. Zn-doped Ion shown magnetic properties stronger than that of organic factor effects from C-dot that theoretically can decrease the magnetic properties. This article have briefly described about the synthesis mechanism of magnetic material from natural iron sand as material resources to substitute highly expensive mainstream chemical material. However, this study still needs to be deeply investigated to make optimum science application

**Keywords:** Depelompmental Synthesis, Iron Sand, Magnetic Natural Resource, Magnetic Particles



## 1. Introduction

Magnetic particles are a material that has fine magnetization properties with their characteristics, like ferromagnetism, paramagnetism, and diamagnetism. When Ferro and paramagnetic are very attractive characteristics to the magnetic field, a diamagnetic has a repelled characteristic by a magnetic field. Generally, magnetic particles can result from two main material resources- natural and artificial. Natural resources include natural minerals, such as iron ores [1–3] and iron sands [4–7], while artificial resources incorporate with chemical salts that contain metallic elements from rare earth elements [8–10].

In Indonesia, there is no maximum iron-ore-and-sand exploration, it is limited to exploration as a raw material for export needs [11]. However, researchers have recently started to develop them as promising science materials a magnetic particles through syntheses. As for the magnetic particles which are meant to be  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , ( $\alpha,\gamma$ )- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  respectively called Magnetite, Hematite, and Maghemite [12]. All of them are really potential to be developed in many applications [13–15]. In consequence of science and technological progress, the researchers would try to deeply evolve this field especially in the case of the magnetic particle synthesis derived from natural minerals [16,17]. The urgency of this research is the exploration of natural local iron sand resources (magnetic particle sources) and a local orange peel (carbon sources) as science and technological advanced supports. This is crucial to do because it aims to decline the dependent of synthetic mineral sources that tend to be more expensive.

As Indonesia is a country that is formed by the unity of many archipelago islands reach from Sabang to Merauke, this archipelago has a lot of natural resources, such as natural iron sands. Next, Pelabuhan Ratu, one of the littorals in Indonesia, keeps a lot of these raw materials. The natural iron sands have been containing compound minerals, likes Hematite ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), Maghemite ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) and Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  compound has been possessing fine magnetization properties than from others. Lately, more of the researcher has been developing of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  particles for supporting in science and technology specialist. Another application is biomedical, such as biosensor [18–20], photodynamic therapy of cancer cells [21,22], bioimaging, labeling, and tracking system of cells or DNA [23,24], and the army military system [25]. Based on this information, it can be said that magnetic particles are really potential to be used as multifunctional material in many applications.

Generally, a method that has been developed to synthesize natural iron sands becoming magnetic particles is co-precipitation. In another case, to synthesize magnetic particle by commercially chemical-magnetic-particle precursors, a method that can be used is co-precipitation and hydrothermal, separately.

Furthermore, usually, to increase their application performance,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  will have been fabricating into nanosize [26]. Next, to synthesize magnetic particles of nature iron sands, we can use chemical ablation or chemical reduction, coprecipitation methods [27] or hydrothermal [28].  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  particle sizes have been controlled at the synthesized moment using polymer [29] and pH control [30,31]. The precursor generally used to synthesize by the researcher is chemical compound salt. There were ferrous ( $\text{Fe}^{2+}$ ) and ferric ( $\text{Fe}^{3+}$ ) of  $\text{Fe}_2\text{Cl}$ ,  $\text{FeNO}_3$ , and  $\text{FeSO}_4$  that can be applied as the precursor in iron particle synthesis. In this work, the researcher used natural iron sands to synthesize magnetite particles and synthesized core-shell system with C-dot using chemical ablation, coprecipitate and hydrothermal methods. C-dot particles were synthesized from the Indonesian local lemon. In this article was explained how nature's materials was synthesize specially nature's ferruginous sand to be developed materials, with additional hydrothermal methods which make it different with the previous researchers

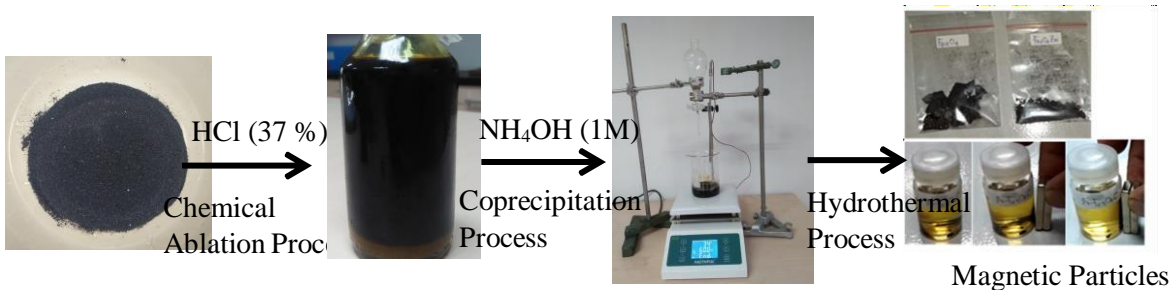
## 2. Materials and methods

### 2.1 Materials

Hydrochloride Acid (HCl, Fajar Kimia, online store), Ammonium hydroxide ( $\text{NH}_4\text{OH}$ , Setiaguna Chemical Store, Bogor, Indonesia), zinc acetate dihydrate ( $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , Setiaguna Chemical Store, Bogor, Indonesia), Deionized water (DI) was used without a further purification.

## 2.2 Synthesis Magnetic and Magnetic Hybrid Particles

The experimental procedure of the magnetic and magnetic hybrid system was synthesized using some steps-chemical ablation, coprecipitation, and hydrothermal process respectively. The typical-experimental procedure mechanism (chemical ablations process, natural iron sands) was extracted using a permanent magnet, furthermore, 5 grams of iron sands were added to HCl solution for 24 h. Hereafter, the solution became a precursor of magnetite particles. The precursor has been carried into a breaker glass 50 ml some few 5 ml, and then 1M of  $\text{NH}_4\text{OH}$  solution was added into precursor solution slowly and stirred at  $120^\circ\text{C}$  on the hotplate. The pH solution was controlled by pH paper and adjusted at 9. A black product was magnetically separated (using a permanent magnet) and washed using DI water and ethanol replacements to neutral pH. Furthermore, the step was applied to a hydrothermal method. The black product was added 50 ml DI water and or Lemon juice (source C-dot) for coating a core-shell system and transferred to Teflon-line Stainless Still autoclave and heated at  $200^\circ\text{C}$  for 4 h. The result was ultrasonicated using a baht treatment for 30 min, then it dried at  $90^\circ\text{C}$  on the hotplate to dehydrate. Zn-dopped magnetite, the precursor solution was transferred to a breaker glass 100 ml and added  $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  while it was stirred for 30 min. Therefore detailed steps to the end. The process of synthesis magnetic particles mechanism clearly difined on Figure 1.



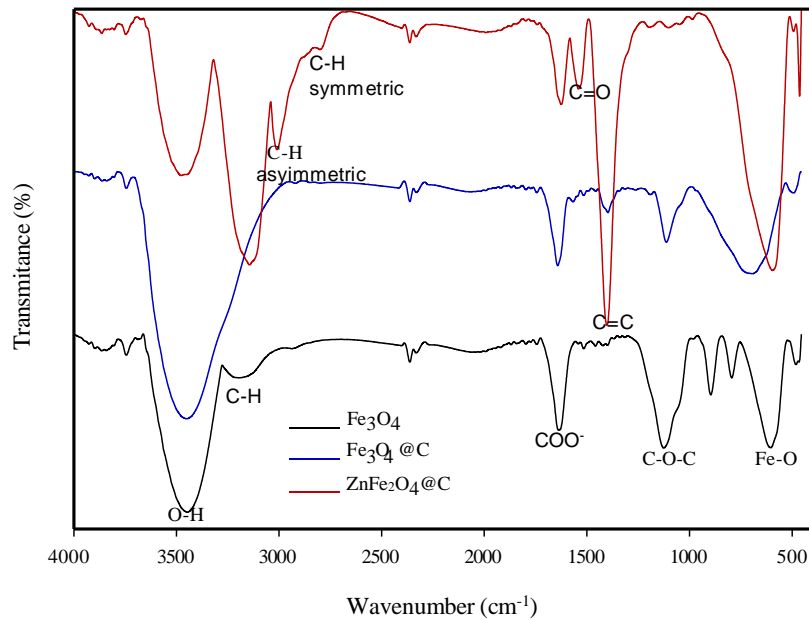
**Figure 1.** Scematic of synthesis Magnetic particles from natural iron sand source

## 3. Results and discussion

### 3.1 Optical Properties

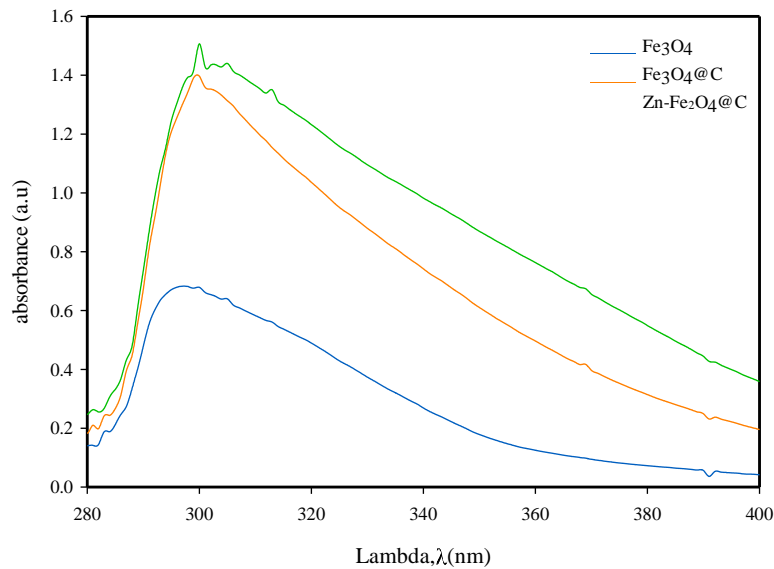
Magnetic sands that were studied coming from natural sources. Another thing that is FTIR characterization was used as a molecular group analysis. Next, Spectrophotometer Uv-Vis, fluorescence characterization were utilized as optical-properties characteristic- excitation and emission- in order. The optical properties of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  particles and core-shell systems using C-dot were shown in Figure 1 via FTIR characterization. Characterization was shown on a molecular and chemical bond. As the magnetic bond has a wavenumber at  $694$  and  $345.2\text{ cm}^{-1}$  with a structure of Fe-O and O-H bond-widened vibration and vibration stretching state respectively [30–32]. While symmetric and asymmetric stretching characteristics of C-H were shown at  $2804$  and  $3009\text{ cm}^{-1}$ , properly, correspond to  $\text{sp}^3$  of  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4@\text{C}$  sample[33], C-H characteristic was shown at a wavenumber of  $3150\text{ cm}^{-1}$  of  $\text{sp}^2$  of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  and  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4@\text{C}$  samples [33].

The double-bond characteristic of C ( $\text{C}=\text{C}$ ) was the most adictive stretching vibrational, as they are shown corresponding with  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{C}$  and  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4@\text{C}$  samples [33][16]. It indicates carbon characteristic of C-dot [34]. The magnetic bond characteristic was signed via wavenumber  $694\text{ cm}^{-1}$  corresponding with Fe-O,  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{C}$ , and  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4@\text{C}$  that have a wider absorbed area of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  origin sample. It was the width area of  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{C}$  and  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4@\text{C}$  i.e  $534 - 950$  and  $520 - 950\text{ cm}^{-1}$ , respectively, and  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4@\text{C}$  has higher optical absorptions corresponded of  $\text{C}=\text{C}$  and Fe-O than that of others [33].



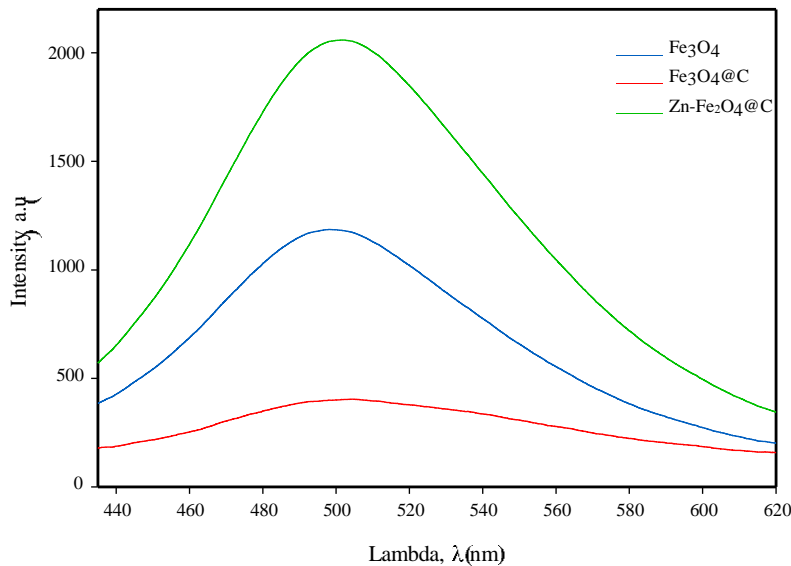
**Figure 2.** FTIR spectra of a magnetic and magnetic hybrid using C-dot from natural iron sands local Indonesia were synthesized via chemical ablation, co-precipitation, and hydrothermal route process

The optical properties of a core-shell system of magnetic particles were characterized by spectrophotometer UV-Vis and Fluorescence for excitation and emission processes respectively. The excitation process was shown in Figure 2, the optical absorption peak maximum site on the ultraviolet region i.e at 295, 302 and 305 nm corresponding with  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{C}$ , and  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  respectively. It displays a situation of a peak absorption shifting to a visible region due to the particle's size and  $n-\pi^*$  transition of C-dot [35] whereas the optical defect was shown in  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{C}$  and  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  since it is not the same as the morphology and particle's size. The particle's size that is smaller has the capacity as a larger surface adsorb in C-dot particles, in this case, as shown in  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  [35] by FTIR and absorbance characteristic shown at Figure 2 and 3.



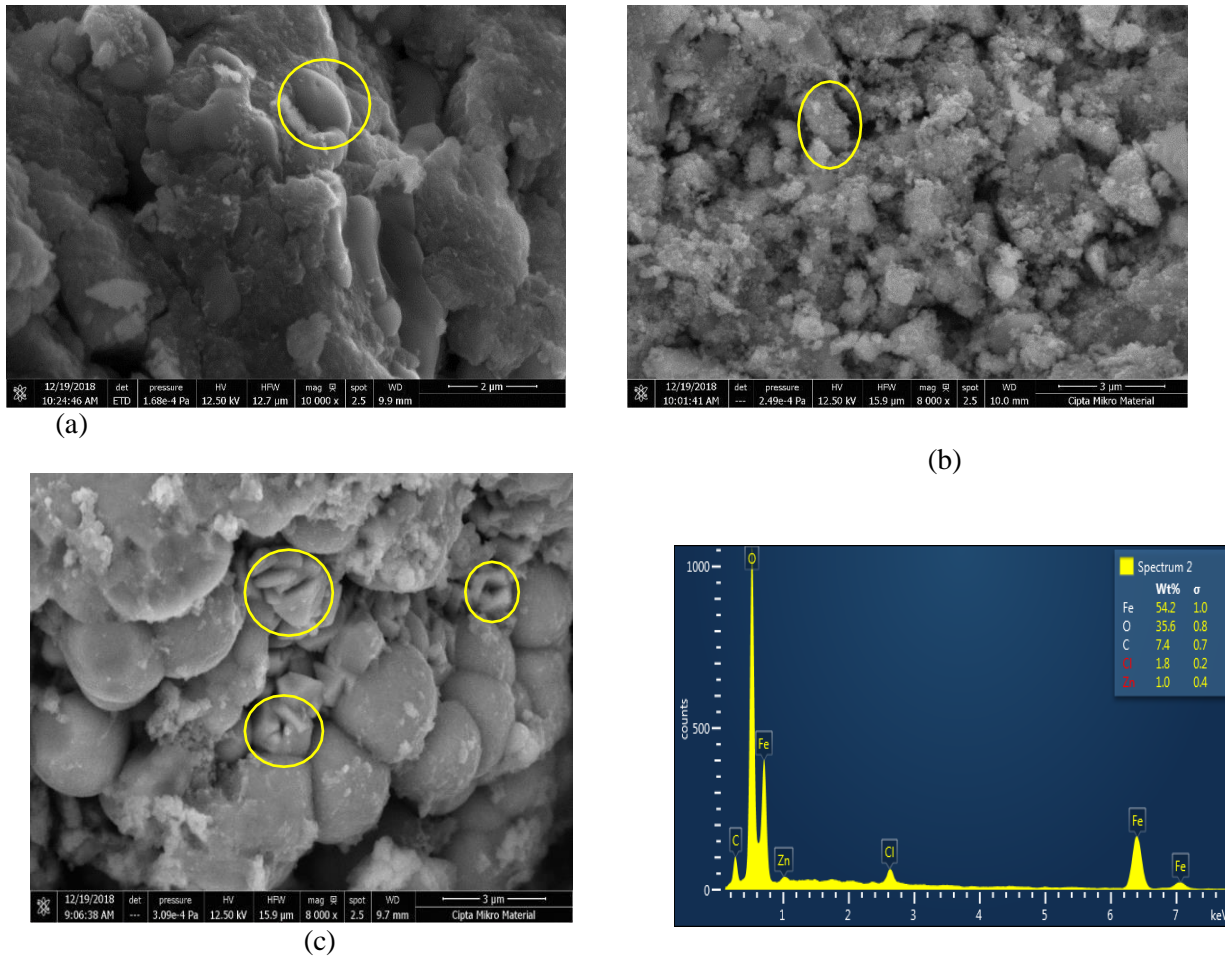
**Figure 3.** Excitation spectra of magnetic and hybrid magnetic particles were characterized using spectrophotometer Fluorescence.

The fluorescence spectra in Figure 2 illustrates an absorption peak shifting to a blue region. The emission of samples was indicated as an energy transition from higher to lower energy level that has excitation process experience before. The fluorescence spectra of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> have a blue emission at 490 nm whereas the emission of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@C and ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> particles has a green-blue emission at 505 nm. The emission shift is likely due to the quantum size effect by particle size different[36]. The emission shift of fluorescence spectra obviously can be seen according to Figure 4.



**Figure 4.** Emission spectra of magnetic and hybrid magnetic particles were characterized using spectrophotometer Fluorescence.

Synthesis of magnetic particles from natural iron sands was done by chemical ablation, co-precipitation, and hydrothermal route process, as well as the treatment in this research (i.e system hybrid magnetic particles), was used C-dot. C-dot was synthesized from local Indonesian lemon juice. As a result, this study, hybrid magnetic particles, was synthesized from local Indonesian natural resources. A morphological structure through SEM visualization shows a Quasi-spherical structure of magnetic particle with particle size at 125 nm, belonging to the microsize category. Figure 5a shows how magnetic particles were formed by a Quasi-spherical structure that has not been perfected yet where it was still in the form of piled clumps. This case can be caused by treatment processes. Some articles reported that additional PEG (poly ethylene glycol) polymer can decrease clotting process in the synthesis of the particles [37]. In Figure 4b, Zn-doped  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  was given an impact of hollow-submicron sphere Figuration on the magnetic particle surface [38]. Hollow- submicron spheres have a size of 50 nm. On the other hand, these hollow- submicron spheres have not been shown to perfectly formed and it is only for a few percents. This is possibly affected by the additional uncertainty concentration of Zn ion [38,39]. In the end to have a maximum result, it is necessary to make a different additional concentration of Zn Ion for the next research. However, C-dot has an effect on morphology covering. The visualization image of magnetic particles can be seen in Figure 5.



**Figure 5.** Visualization image of magnetic hybrid particles was synthesized from iron sands natural via chemical ablation, co-precipitation, and hydrothermal route process. a)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , b)  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{C-dot}$ , c)  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4@\text{C-dot}$  particles

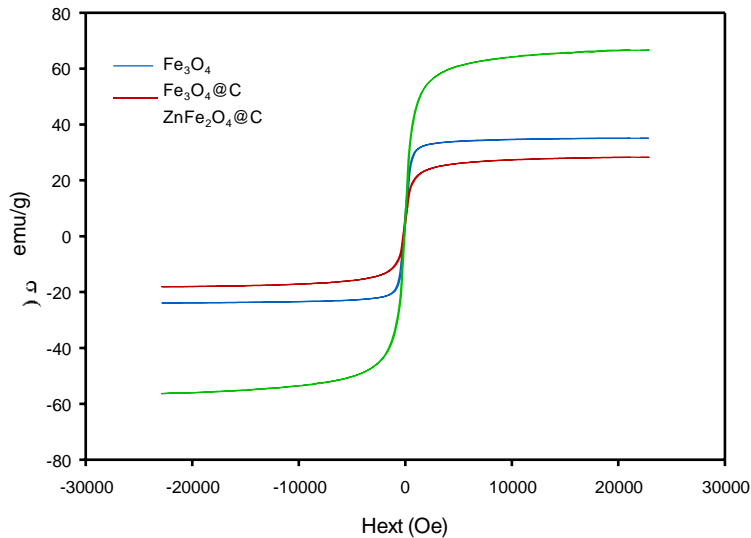
### 3.2 Magnetic Properties

Magnetic properties from natural iron sands were synthesized by chemical ablation, co-precipitation, and hydrothermal route processes while magnetic and magnetic hybrid particles have magnetism fine. Therefore, the magnetic and magnetic hybrid particles via VSM analysis at room temperature with an applied magnetic field from -30k to 30k shown that they have a different magnetization. Figure 5 shows that Zn-doped  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  has a higher value of magnetic saturation ( $M_s$ ) characteristic than that of other values [33]. This research shows that the additional  $\text{Zn}^{2+}$  metal ion could increase the magnetic property's performance of  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4@\text{C}$ -dot magnetic particle. Even though the additional carbon has been done correctly, it can decrease the magnetic saturation properties [34].

Then, the additional  $\text{Zn}^{2+}$  ion composition is the most influential component to the magnetic saturation value [40]. This case has been proven by the absorption value of the metal bonds that have been shown by FTIR data so that it is necessary to have an intensive study about  $\text{Zn}^{2+}$  ion to the magnetic particle. Specifically, the magnetic saturation values that have been produced from magnetic particle and magnetic hybrid are  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  that has a value 60 emu/g. The investigation result that is C-dot can decline the magnetic properties as shown at  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{C}$ -dot. However, C-dot has an effect that can be widened more absorption of frequency waves illustrating how strong and weak the magnetic-field external tester that has been used is. We can say that if the value of the x-axis  $\rightarrow 0$ , it shows that all particles have the same magnetic momentum.

In this study, it can be known that the additional organic factor can decline the magnetism properties on the other hand, using the right metal ion substitution it can raise the magnetism properties. Next, the characteristic of the magnetic saturation value properties of the magnetic particle can visually be seen in Figure 6.

This research specifically show a synthesis process of magnetic particle of natural iron sand gradually using the combination of some methods. Surprisingly, this combined method has given positive impact to magnetic properties even it does not give a perfect effect on a morphological side. For other next researches, it is necessary to give more evaluation on the hydrothermal reaction in various temperatures. Some references state that temperature changes on the hydrothermal method could control the size and morphology[41–44].



**Figure 6.** Magnetic properties of magnetic and magnetic hybrid of natural iron sands using VSM visualization

#### 4. Conclusion

Magnetic and hybrid magnetic particles were successfully synthesized by Chemical ablation, coprecipitation, and hydrothermal route process using local natural Indonesian iron sands as magnetic particle sources. The results morphology, optical and magnetic properties show a Quasi-spherical structure and form a hollow-submicron spheres subduction effect of Zn ions. The optical properties of C-dot were given when a frequency wave absorption has been broadening, but it has lower magnetism. Zn-doped increases optical absorption and magnetical properties.

#### 5. References

- [1] Jalil Z, Rahwanto A, Mulana F and Handoko E 2019 Synthesis of nano-hematite (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) extracted from natural iron ore prepared by mechanical alloying method *AIP Conf. Proc.* **2151**
- [2] Husain S, Irfansyah M, Haryanti N H, Suryajaya S, Arjo S and Maddu A 2019 Synthesis and characterization of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnetic nanoparticles from iron ore *J. Phys. Conf. Ser.* **1242**
- [3] Darezereshki E, khodadadi Darban A, Abdollahy M and jamshidi A 2018 Synthesis of magnetite nanoparticles from iron ore tailings using a novel reduction-precipitation method *J. Alloys Compd.* **749** 336–43
- [4] Rahmawati R, Taufiq A, Sunaryono S, Fuad A, Yulianto B, Suyatman S and Kurniadi D 2018 Synthesis of Magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) Nanoparticles from Iron sands by Coprecipitation-Ultrasonic Irradiation Methods *J. Mater. Environ. Sci.* **9** 155–60
- [5] Rahmawati R, Permana M G, Harison B, Nugraha, Yulianto B, Suyatman and Kurniadi D 2017 Optimization of Frequency and Stirring Rate for Synthesis of Magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) Nanoparticles by Using Coprecipitation- Ultrasonic Irradiation Methods *Procedia Eng.* **170** 55–9
- [6] Maulinda, Zein I and Jalil Z 2019 Identification of Magnetite Material (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) Based on Natural Materials as Catalyst for Industrial Raw Material Application *J. Phys. Conf. Ser.* **1232**
- [7] Taufiq A, Saputro R E, Sunaryono, Hidayat N, Hidayat A, Mufti N, Diantoro M, Patriati A, Mujamilah, Putra E G R and Nur H 2017 Fabrication of Magnetite Nanoparticles Dispersed in Olive Oil and Their Structural and Magnetic Investigations *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* **202**
- [8] Gul S, Khan S B, Rehman I U, Khan M A and Khan M I 2019 A Comprehensive Review of Magnetic Nanomaterials Modern Day Theranostics *Front. Mater.* **6** 1–15
- [9] Rashid H, Mansoor M A, Haider B, Nasir R, Abd Hamid S B and Abdulrahman A 2020 Synthesis and characterization of magnetite nano particles with high selectivity using in-situ precipitation method *Sep. Sci. Technol.* **55** 1207–15
- [10] Schwaminger S P, Syhr C and Berensmeier S 2020 Controlled synthesis of magnetic iron oxide nanoparticles: Magnetite or maghemite? *Crystals* **10**
- [11] Sayuti M, Ibrahim A, Yusuf M and Putra R 2018 Development of Aceh iron sand to produce pig iron: Studies on hardness properties *MATEC Web Conf.* **204** 1–7
- [12] Dar M I and Shivashankar S A 2014 Single crystalline magnetite, maghemite, and hematite nanoparticles with rich coercivity *RSC Adv.* **4** 4105–13
- [13] Kuchma E A, Zolotukhin P V., Belanova A A, Soldatov M A, Lastovina T A, Kubrin S P, Nikolsky A V., Mirmikova L I and Soldatov A V. 2017 Low toxic maghemite nanoparticles for theranostic applications *Int. J. Nanomedicine* **12** 6365–71
- [14] da Trindade L G, Hata G Y, Souza J C, Soares M R S, Leite E R, Pereira E C, Longo E and Mazzo T M 2020 Preparation and characterization of hematite nanoparticles-decorated zinc oxide particles (ZnO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) as photoelectrodes for solar cell applications *J. Mater. Sci.* **55** 2923–36
- [15] Yin C, Gong C, Chu J, Wang X, Yan C, Qian S, Wang Y, Rao G, Wang H, Liu Y, Wang X, Wang J, Hu W, Li C and Xiong J 2020 Ultrabroadband Photodetectors up to 10.6 μm Based on 2D Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanosheets *Adv. Mater.* **32** 4–11
- [16] Kumar R, Sakthivel R, Behura R, Mishra B K and Das D 2015 Synthesis of magnetite nanoparticles from mineral waste *J. Alloys Compd.* **645** 398–404
- [17] Fahlepy M R, Tiwow V A and Subaer 2018 Characterization of magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) minerals from



- natural iron sand of Bonto Kanang Village Takalar for ink powder (toner) application *J. Phys. Conf. Ser.* **997**
- [18] Kundu M, Bhardwaj H, Pandey M K, Krishnan P, Kotnala R K and Sumana G 2019 Development of electrochemical biosensor based on CNT-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanocomposite to determine formaldehyde adulteration in orange juice *J. Food Sci. Technol.* **56** 1829–40
- [19] Sanaeifar N, Rabiee M, Abdolrahim M, Tahriri M, Vashaei D and Tayebi L 2017 A novel electrochemical biosensor based on Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles-polyvinyl alcohol composite for sensitive detection of glucose *Anal. Biochem.* **519** 19–26
- [20] Zhang W, Li X, Zou R, Wu H, Shi H, Yu S and Liu Y 2015 Multifunctional glucose biosensors from Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles modified chitosan/graphene nanocomposites *Sci. Rep.* **5** 1–9
- [21] Palanisamy S and Wang Y M 2019 Superparamagnetic iron oxide nanoparticulate system: Synthesis, targeting, drug delivery and therapy in cancer *Dalt. Trans.* **48** 9490–515
- [22] Zhao C, Song X, Jin W, Wu F, Zhang Q, Zhang M, Zhou N and Shen J 2019 Image-guided cancer therapy using aptamer-functionalized cross-linked magnetic-responsive Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@carbon nanoparticles *Anal. Chim. Acta* **1056** 108–16
- [23] Kasten A, Grüttner C, Kühn J P, Bader R, Pasold J and Frerich B 2014 Comparative in vitro study on magnetic iron oxide nanoparticles for mri tracking of adipose tissue-derived progenitor cells *PLoS One* **9**
- [24] Lu M, Cheng X, Jiang J, Li T T, Zhang Z, Tsao C, Liu Y and Wang Z 2018 Dual-modal photoacoustic and magnetic resonance tracking of tendon stem cells with PLGA/iron oxide microparticles in vitro *PLoS One* **13** 1–13
- [25] Li B, Weng X, Wu G, Zhang Y, Lv X and Gu G 2017 Synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/polypyrrole/polyaniline nanocomposites by in-situ method and their electromagnetic absorbing properties *J. Saudi Chem. Soc.* **21** 466–72
- [26] Li Q, Kartikowati C W, Horie S, Ogi T, Iwaki T and Okuyama K 2017 Correlation between particle size / domain structure and magnetic properties of highly crystalline Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles *Sci. Rep.* 1–4
- [27] Yazdani F and Seddigh M 2016 *SC Mater. Chem. Phys.*
- [28] Lei W, Liu Y, Si X, Xu J, Du W, Yang J, Zhou T and Lin J 2017 Synthesis and magnetic properties of octahedral Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> via a one-pot hydrothermal route *Phys. Lett. Sect. A Gen. At. Solid State Phys.* **381** 314–8
- [29] Sun X, Zheng C, Zhang F, Yang Y, Wu G, Yu A and Guan N 2009 Size-controlled synthesis of magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) nanoparticles coated with glucose and gluconic acid from a single Fe(III) precursor by a sucrose bifunctional hydrothermal method *J. Phys. Chem. C* **113** 16002–8
- [30] Jiang X, Guan Q, Feng M, Wang M, Yan N, Wang M, Xu L and Gui Z 2019 Preparation and pH controlled release of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/anthocyanin magnetic biocomposites *Polymers (Basel)*. **11** 1–14
- [31] Yusoff A H M, Salimi M N and Jamlos M F 2017 Synthesis and characterization of biocompatible Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles at different pH *AIP Conf. Proc.* **1835** 1–5
- [32] Ramadan W, Kareem M, Hannyer B and Saha S 2011 Effect of pH on the structural and magnetic properties of magnetite nanoparticles synthesised by co-precipitation *Adv. Mater. Res.* **324** 129–32
- [33] Liu J, Bin Y and Matsuo M 2012 Magnetic behavior of Zn-doped Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles estimated in terms of crystal domain size *J. Phys. Chem. C* **116** 134–43
- [34] Guo Y, Zhang L, Liu X, Li B, Tang D, Liu W and Qin W 2016 Synthesis of magnetic core-shell carbon dot@MFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (M = Mn, Zn and Cu) hybrid materials and their catalytic properties *J. Mater. Chem. A* **4** 4044–55
- [35] Gude V, Das A, Chatterjee T and Mandal P K 2016 Molecular origin of photoluminescence of carbon dots: Aggregation-induced orange-red emission *Phys. Chem. Chem. Phys.* **18** 28274–80
- [36] He M, Zhang J, Wang H, Kong Y, Xiao Y and Xu W 2018 Material and Optical Properties of Fluorescent Carbon Quantum Dots Fabricated from Lemon Juice via Hydrothermal Reaction *Nanoscale Res. Lett.* **13**



- [37] Liu B, Wang Y, Zhang M and Zhang H 2016 Initiator systems effect on particle coagulation and particle size distribution in one-step emulsion polymerization of styrene *Polymers (Basel)*. **8** 1–14
- [38] Sang Nguyen X, Zhang G and Yang X 2017 Mesocrystalline Zn-Doped Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Hollow Submicrospheres: Formation Mechanism and Enhanced Photo-Fenton Catalytic Performance *ACS Appl. Mater. & Interfaces* **9** 8900–9
- [39] Cen H and Nan Z 2018 Monodisperse Zn-doped Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> formation and photo-Fenton activity for degradation of rhodamine B in water *J. Phys. Chem. Solids* **121** 1–7
- [40] Mamei V, Musinu A, Ardu A, Ennas G, Peddis D, Niznansky D, Sangregorio C, Innocenti C, Thanh N T K and Cannas C 2016 Studying the effect of Zn-substitution on the magnetic and hyperthermic properties of cobalt ferrite nanoparticles *Nanoscale* **8** 10124–37
- [41] Latham K G, Ferguson A and Donne S W 2019 Influence of ammonium salts and temperature on the yield, morphology and chemical structure of hydrothermally carbonized saccharides *SN Appl. Sci.* **1** 1–13
- [42] He G, Yang W, Zheng W, Gong L, Wang X, An Y and Tian M 2019 Facile controlled synthesis of Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> with various morphologies for enhanced photocatalytic oxygen evolution from water splitting *RSC Adv.* **9** 18222–31
- [43] Andrade A B, Ferreira N S and Valerio M E G 2017 Particle size effects on structural and optical properties of BaF<sub>2</sub> nanoparticles *RSC Adv.* **7** 26839–48
- [44] Zulkifli Z A, Razak K A and Rahman W N W A 2018 The effect of reaction temperature on the particle size of bismuth oxide nanoparticles synthesized via hydrothermal method *AIP Conf. Proc.* **1958**

#### **Acknowledgments**

This study was funded by internal grants from Muhammadiyah Prof. DR. Hamka University. As for the involvement of outside institute, is to contribute to leasing services