

# SINTESIS NANOPARTIKEL Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN BINAHONG (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis) DAN APLIKASINYA SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK MENDEGRADASI ZAT WARNA METHYLENE BLUE

David Tjiang<sup>1\*</sup>, Henry F. Aritonang<sup>1</sup> dan Harry S. J. Koleangan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Unsrat, Kleak, Manado 95115 Sulawesi Utara

## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang kemampuan fotodegradasi zat warna sintetik *Methylene Blue* dengan menggunakan nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan variasi perbandingan mol AgNO<sub>3</sub>:(Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O):(Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.9H<sub>2</sub>O) = 0,3:0,7:2 dan jumlah ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis) yang ditambahkan 10 mL. Material tersebut dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffractometry* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan spektroskopi UV-vis. Kemampuan fotodegradasi dilakukan melalui penentuan konsentrasi *Methylene Blue* (konsentrasi awal 5 ppm) yang tersisa setelah berinteraksi dengan nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> yang disinari sinar UV-A selama 30, 60, 120 dan 150 menit. Penentuan konsentrasi dihitung berdasarkan absorbansi yang didapatkan dari hasil pembacaan uji Spektrofotometri UV-vis, lalu digunakan rumus menghitung persen degradasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa yang memiliki kemampuan fotodegradasi paling baik adalah nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (0,3 : 0,7 : 2) mol dengan waktu kontak 120 menit, yaitu dengan nilai persen degradasi sebesar 44,84 %.

Kata kunci: Ag, CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, fotodegradasi, *methylene blue*, nanopartikel

## ABSTRACT

A research on photodegradation ability Methylene Blue dye synthetic by using Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles with a mole ratio variation AgNO<sub>3</sub> : (Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) : (Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.9H<sub>2</sub>O) = 0,3:0,7:2 and the amount of binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis) leaf extract added 10 mL. These materials were characterized using X-Ray Diffractometry (XRD), Scanning Electron Microscope (SEM) and UV-vis Spectroscopy. Ability photodegradation done by determining the concentration of Methylene Blue is residue after the interaction with Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles with irradiated UV-A for 30, 60, 120 and 150 minutes. Determining the concentration is calculated based on the absorbance obtained from the results of the analysis of UV-vis Spectrophotometry and then used a formula calculating the percent degradation. The results showed that the ability is best photodegradation Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles (0,3 : 0,7 : 2) moles with a contact time of 120 minutes with a degradation value of 44.84%.

Keywords: Ag, CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, photodegradation, methylene blue, nanoparticles

## PENDAHULUAN

Sintesis nanopartikel oksida logam telah menjadi perhatian yang sangat menarik bagi banyak peneliti karena sifat-sifat optik, elektronik dan magnetiknya yang tidak umum yang sering berbeda dari senyawa atau garam asalnya. Kobalt ferrit (CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) adalah material magnetik keras yang terkenal sifat magnetnya, stabilitas fisik dan kimianya besar. Sifat-sifat ini membuat nanopartikel CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> cocok untuk aplikasi perekaman magnetik seperti audio dan rekaman video (Gingasu dkk., 2016). Selain itu sifat-sifat ini sangat sesuai untuk diaplikasikan dalam bidang biomedis. Beberapa peneliti telah mensintesis

nanopartikel CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dan menunjukkan sifat antibakterinya (Nurdila dkk., 2015).

Seiring proses perkembangan nanopartikel magnetik yang mudah dan memiliki karakteristik magnetik yang baik serta bersifat unik. Sifat-sifat dari nanopartikel CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> meningkat ketika dikombinasikan dengan logam-logam mulia seperti perak (Ag) atau emas (Au). Penelitian menunjukkan bahwa sifat-sifat antimikroba dari nanopartikel Ag telah dikenal sangat baik. Oleh karena itu, ketika nanopartikel Ag ditambahkan ke CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, sifat antibakterinya menjadi meningkat (Ariyanta, 2014). Namun demikian, nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> belum dilaporkan sebagai fotokatalis untuk mendegradasi zat warna sintetik,

\* Korespondensi:

Telepon: +62 812-4450-362

Email: henryaritonang@unsrat.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.35799/cp.12.2.2019.27425>

padahal nanopartikel  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  selain memiliki stabilitas yang baik, ternyata memiliki jarak celah pita yang cukup baik, yaitu 2,6 eV. Nilai ini sangat baik bila diaplikasikan sebagai fotokatalis (Waldron, 1955; Rai dkk., 2011; Ravindra dkk., 2012). Selain itu, menurut Wu dkk. (2011), nanopartikel Ag dapat digunakan sebagai fotokatalis.

Untuk menghasilkan nanopartikel tersebut, beberapa metode yang umum digunakan untuk mensintesis nanopartikel, seperti metode kimia (Sun dkk., 2002), elektrokimia (Yin dkk., 2003), radiasi (Dimitrijevic dkk., 2001), metode fotokimia (Callegari dkk., 2003), dan Langmuir-Blodgett (Swami dkk., 2004). Selain itu, metode yang banyak dikembangkan hingga saat ini adalah dengan cara biologis, yaitu dengan memanfaatkan organisme hidup. Adapun organisme hidup yang umum digunakan seperti mikroorganisme (seperti jamur), ekstrak tumbuhan atau biomassa tumbuhan untuk sintesis nanopartikel (Shankar dkk., 2004). Metode tersebut ternyata dapat menjadi alternatif produksi nanopartikel yang ramah lingkungan (*green synthesis*) karena mampu meminimalisir penggunaan bahan-bahan anorganik berbahaya dan sekaligus limbahnya. Proses sintesis nanopartikel dengan memanfaatkan ekstrak tumbuhan dikenal sebagai *green synthesis* (Kumar & Yadav, 2009).

Sintesis dengan memanfaatkan ekstrak tumbuhan sangat ekonomis karena memanfaatkan metabolit sekunder yang terkandung di dalam ekstrak tersebut. Metabolit sekunder ini berfungsi sebagai reduktor maupun agen penstabil. Adapun metabolit sekunder tersebut seperti terpenoid dan flavonoid yang diduga berperan dalam proses sintesis, seperti untuk sintesis perak (Ag) (Aritonang dkk., 2019; Shankar dkk., 2004; Jha dkk., 2009). Hingga kini ekstrak tumbuhan yang telah digunakan untuk mensintesis nanopartikel Ag yaitu daun pacar air (*Impatiens balsamina L*) (Aritonang dkk., 2019), daun tembelekan (*Lantana camara*), (Aritonang dkk., 2019), Delima (*Punica granatum*) (Ahmad dkk., 2012), kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*), jarak pagar (*Jatropha curcas*) (Bar dkk., 2009), paria gunung (*Cardiospermum halicacabum*), dan sebagainya. Semua penelitian di atas menggunakan air sebagai pelarut. Dari semua penelitian yang telah dilaporkan, belum ada penelitian yang menggunakan ekstrak tanaman binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis) sebagai reduktor maupun agen penstabil. Padahal, tanaman binahong ini banyak terdapat di Indonesia, khususnya di Sulawesi Utara. Selama

ini ekstrak daun binahong telah digunakan sebagai penyembuh luka luar akibat goresan senjata tajam, luka bakar, luka setelah operasi, penyakit tifus, radang usus, pembengkakan hati, meningkatkan stamina tubuh, mengobati sakit maag, menyembuhkan memar dan rematik. Selain itu, ekstrak daun binahong memiliki aktivitas antitukak untuk penyembuhan luka dalam (Samirana dkk., 2016).

Hingga kini belum ada dilaporkan penelitian tentang sintesis nanopartikel  $\text{Ag/CoFe}_2\text{O}_4$  dengan memanfaatkan ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis) sebagai reduktor maupun penstabil partikel dalam proses sintesis. Oleh karena itu, melalui penelitian ini, peneliti mencoba mensintesis nanopartikel tersebut melalui jalur *green synthesis* dengan memanfaatkan ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis) sebagai reduktor maupun penstabil partikel. Selanjutnya, nanopartikel  $\text{Ag/CoFe}_2\text{O}_4$  yang telah disintesis akan dikarakterisasi dengan *X-Ray Diffractometry* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) sebagaimana umumnya beberapa penelitian yang telah mensintesis material-material nano (Abdullah & Khairurrijal, 2009; Nurdila dkk., 2015). Selanjutnya, nanopartikel  $\text{Ag/CoFe}_2\text{O}_4$  akan digunakan sebagai fotokatalis dalam mendegradasi zat warna sintetis *methylene blue* (MB). Tujuan penelitian ini adalah mensintesis nanopartikel  $\text{Ag/CoFe}_2\text{O}_4$  dengan memanfaatkan ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis), menentukan ukuran rata-rata nanopartikel  $\text{Ag/CoFe}_2\text{O}_4$  dan diuji kemampuannya dalam mendegradasi zat warna sintetis *methylene blue*.

## BAHAN DAN METODE

### Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan adalah alat-alat gelas (Iwaki Pyrex), Spektrofotometer UV-vis (UV-1800 SHIMADZU), alat uji SEM (JOEL JSM-6510 LA), dan XRD (Rigaku SmartLab 3kV), sonikator (Eyela), *magnetic stirrer*, sudip, kertas saring, *hot plate* (WiseStir MSH-20D), kertas pH universal (MERCK), neraca analitik (AE Adam), karet gelang, pipet tetes, Oven (Mommert), Tanur (IND88), gunting, reaktor Fotodegradasi, lampu UV-A (Himawari T8-20 W). Bahan yang digunakan antara lain daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis),  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , NaOH, Larutan 5 M  $\text{AgNO}_3$ , *methylene blue* (MB) dan akuades.

### Persiapan ekstrak daun binahong

Persiapan ekstrak daun binahong mengikuti prosedur Gingasu dkk. (2016). Sebanyak 5 gr daun segar dipotong dan ditempatkan di dalam 100 mL air suling dengan pengadukan terus menerus selama 30 menit. Campuran direbus hingga mendidih selama 45 menit. Campuran didinginkan pada suhu kamar, disaring dan mendapatkan ekstrak daun binahong.

### Sintesis nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Sintesis nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> menggunakan metode Gingasu dkk. (2016), yang dimodifikasi. Nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> disintesis menggunakan prekursor perak nitrat AgNO<sub>3</sub>, kobalt nitrat heksahidrat (Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) dan besi nitrat nonahidrat (Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.9H<sub>2</sub>O), masing-masing sebagai sumber nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Untuk mensintesis nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dilakukan perbandingan mol garam AgNO<sub>3</sub>: (Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O):(Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.9H<sub>2</sub>O) = 0,3:0,7:2 mol dan jumlah ekstrak yang ditambahkan 10 mL. Untuk perbandingan mol AgNO<sub>3</sub>: (Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O):(Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.9H<sub>2</sub>O) = 0,3: 0,7:2 mol, masing-masing sebanyak 0,408 g AgNO<sub>3</sub>, 1,6296 g (Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) dan 6,464 g (Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.9H<sub>2</sub>O) dimasukkan ke dalam gelas kimia yang telah berisi 10 mL ekstrak. Selanjutnya, larutan disonikasi selama 30 menit dan sementara disonikasi, larutan ditetesi 0,2 M NaOH hingga pH larutan menjadi 12. Endapan coklat tua yang dihasilkan dipisahkan, kemudian endapan ini dipanaskan di dalam oven pada suhu 80 °C selama 4 jam. Selanjutnya, endapan tersebut dipanaskan dalam tanur pada suhu 800 °C selama 1 jam. Kristal yang terbentuk dikarakterisasi dengan SEM, XRD, serta dianalisis sifat fotokatalisisnya. Sebagai kontrol, digunakan nanopartikel CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan jumlah ekstrak 10 mL. Dalam hal ini, perbandingan mol (Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O):(Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.9H<sub>2</sub>O) yang digunakan adalah 1:2 mol.

### Karakterisasi nanopartikel hasil sintesis

#### X-Ray diffraction (XRD)

Metode karakterisasi XRD mengikuti metode yang telah dilaporkan oleh Aritonang dkk., (2017). Pola XRD dicatat pada difraktometer sinar-X (PW1710, Philips), menggunakan radiasi Cu K $\alpha$  ( $\lambda = 0,15406$  nm) pada 40 kV dan 30 mA. Sudut difraksi berkisar antara 10° sampai 80°. Ukuran kristalit nanokomposit Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dihitung berdasarkan pengukuran difraksi sinar-X. Ukuran kristal dihitung dari FWHM puncaknya

dengan menggunakan persamaan Scherrer sebagai berikut:

$$D = \frac{k \lambda}{\beta \cos \theta} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana  $D$  adalah diameter kristal partikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>,  $K$  adalah konstanta Scherrer yang bernilai 0,94,  $\lambda$  merupakan panjang gelombang yang digunakan pada alat XRD yaitu 0,15406 nm,  $\beta$  merupakan besarnya pelebaran pada ketinggian setengah dari puncak maksimum difraksi (FWHM) dihitung dalam satuan radian, dan  $\theta$  adalah sudut difraksi (Monshi dkk., 2012).

#### Scanning electron microscopy (SEM)

Morfologi permukaan dipelajari dengan menggunakan SEM. Sebelum dianalisis, kristal diletakkan pada *specimen holder* dengan menggunakan pita perekat, kemudian disemprot dengan *hand blower* atau *hand dryer* untuk mengeluarkan pengotor. Selanjutnya dilapisi dengan lapisan tipis emas menggunakan alat *coating Fine Coat Ion Sputter JFC-1100* pada arus sebesar 35 mA selama 2 menit dan dicitrakan. Kondisi operasi dilakukan pada akselerasi tegangan sebesar 15 kV dan perbesaran 3.000 kali (Aritonang dkk., 2015).

#### Aktivitas fotokatalis

##### Pembuatan kurva standar

Dibuat larutan stock dengan konsentrasi 100 ppm dengan cara melarutkan 0,01 gram *methylene blue* ke dalam labu ukur 100 mL. Kemudian diencerkan menjadi 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm, 6 ppm dan 7 ppm. Setelah itu dibaca absorbansi dan panjang gelombang maksimum pada Spektrofotometri UV-vis pada panjang gelombang 500 nm-700 nm.

##### Pengujian aktivitas fotokatalis

Aktivitas fotokatalis yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti prosedur Labhane dkk., (2015). Disiapkan larutan *methylene blue* (MB) 5 ppm dan dimasukkan sebanyak 10 mL ke dalam satu tabung kaca yang berisi kristal 0,01 g. Tabung kaca tersebut selanjutnya diletakkan dalam reaktor dan disinari dengan lampu UV selama selang waktu 30, 60, 120 dan 150 menit. Konsentrasi zat warna yang tersisa dianalisis dengan spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang maksimum *methylene blue* 664 nm. % Degradasi *methylene blue* dapat dihitung melalui persamaan (2) sebagai berikut:

$$\% \text{ Degradasi} = \left( \frac{C_0 - C_t}{C_0} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Di mana  $C_0$  adalah konsentrasi awal dan  $C_t$  adalah konsentrasi setelah penyinaran

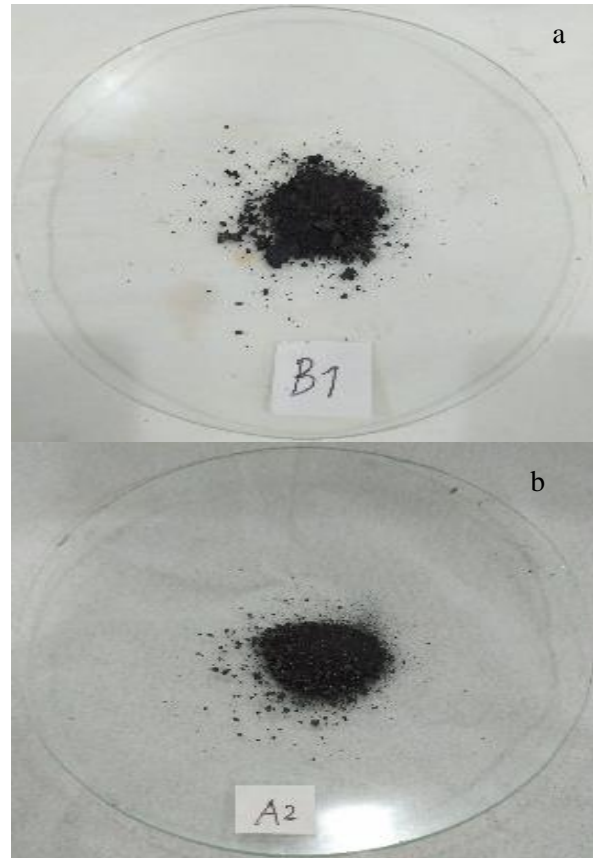
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ekstraksi daun binahong

Sintesis nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> didahului dengan membuat ekstrak daun binahong yang telah digunakan sebagai reduktor maupun *capping agent* atau agen penstabil yang berperan dalam pembentukan partikel menjadi berukuran nano. Ekstrak daun binahong dihasilkan dengan merebus 5 g daun segar yang telah dipotong dan ditempatkan dalam 100 mL air suling. Pengadukan dilakukan selama 30 menit bertujuan untuk mempercepat kontak antara sampel dan pelarut. Setelah itu, campuran direbus selama 45 menit, yang bertujuan untuk mempercepat proses ekstraksi sekaligus akan meningkatkan jumlah zat-zat yang terkandung di dalam daun untuk dapat keluar dari daun dan bercampur ke dalam pelarut. Hasil perebusan ini menghasilkan larutan berwarna hijau kekuningan. Kemudian ekstrak didinginkan pada suhu kamar, disaring dan mendapatkan ekstrak hijau kekuningan.

### Sintesis nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Sintesis nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dilakukan dengan cara menyiapkan AgNO<sub>3</sub> sebanyak 0,408 g, (Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O) sebanyak 1,6296 gr dan (Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O) sebanyak 6,464 gr yang dimasukkan ke dalam gelas kimia yang telah berisi 10 mL ekstrak. Penambahan ekstrak bertujuan agar prekursor Ag, Co dan Fe dapat tereduksi menghasilkan nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Pembentukan partikel-partikel tersebut disempurnakan melalui penambahan basa NaOH sehingga terbentuk endapan berwarna coklat tua yang mengendap di dasar wadah. Endapan ini dipanaskan dalam tanur pada suhu 800 °C untuk mendapatkan kristal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kristal yang diperoleh berwarna hitam dan massa kristal yang diperoleh sebesar 1,5183 g. Selain itu, ternyata kristal tersebut dapat ditarik oleh magnet. Begitu juga halnya dengan kontrol yaitu nanopartikel CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, perbandingan 1:2 mol dari prekursor Co dan Fe menghasilkan kristal berwarna hitam sebesar 1,587 gram dan kristal tersebut juga dapat ditarik oleh magnet. Menurut Venkatesan dkk., (2015) reaksi antara Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O dan Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O menghasilkan CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> seperti reaksi berikut ini:  $\text{Co(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{Fe(NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CoFe}_2\text{O}_4 + 8\text{HNO}_3 + 20\text{H}_2\text{O}$ .

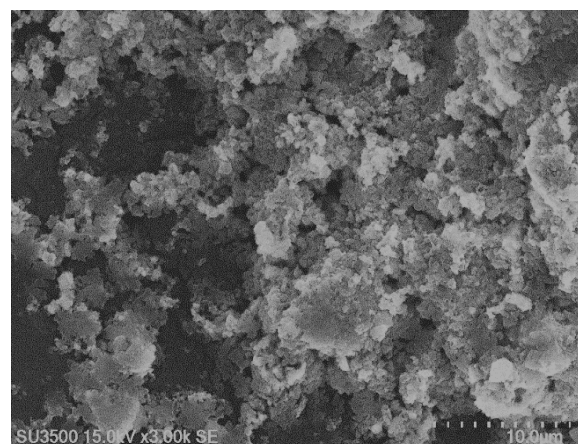


Gambar 1. Kristal yang diperoleh dari hasil sintesis. (a) B1 (Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (0,3 mol : 0,7 mol : 2 mol)), (b) A2 (CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (1 mol : 2 mol))

### Karakterisasi nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

#### Analisis hasil pengujian SEM

Pengamatan morfologi nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> hasil sintesis, dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan perbesaran 3.000 kali. Hasil karakterisasi SEM dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.

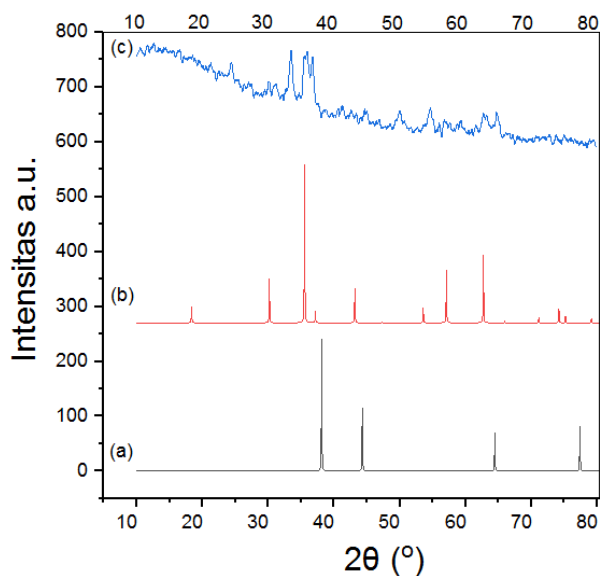


Gambar 2. Citra SEM dari nanopartikel CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> yang didoping Ag. (a) Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Pengamatan morfologi permukaan menunjukkan bentuk partikel-partikel berukuran besar dengan bentuk persegi seperti lempengan-lempengan dan lempengan tersebut menandakan bahwa partikel  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  telah terbentuk. Morfologi partikel  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  hasil penelitian ini mirip dengan yang telah dilaporkan oleh (Zheng & Lian, 2014). Pengamatan morfologi permukaan partikel-partikel menunjukkan perubahan ketika terjadi penggabungan antara partikel  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  dan partikel-partikel Ag. Tampak bahwa morfologi permukaan partikel didominasi oleh partikel-partikel butiran berbentuk bulat dan halus yang saling menempel dengan lempengan-lempengan. Ini menunjukkan bahwa permukaan partikel-partikel  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  telah ditutupi oleh butiran-butiran dari Ag.

### Analisis hasil pengujian XRD

Analisis hasil pengujian XRD dilakukan untuk mengetahui telah terbentuknya partikel-partikel Ag/ $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  dari sumber prekursoranya. Gambar 3 menunjukkan pola difraktogram sampel Ag/ $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  yang dibandingkan dengan standarnya yaitu *Inorganic Crystal Structure Database (ICSD) No.16-0059* untuk  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  dan ICSD No. 64-994 untuk Ag.



Gambar 3. Difraktogram nanopartikel Ag/ $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ .

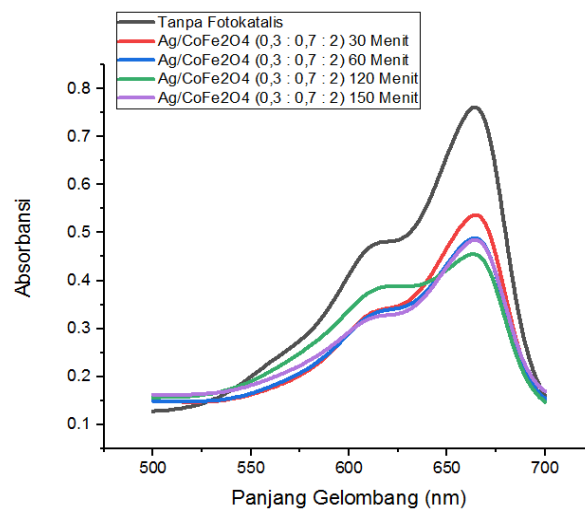
Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa puncak-puncak dari sampel mirip dengan puncak yang dimiliki oleh standar. Hal tersebut menunjukkan bahwa nanopartikel Ag/ $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  telah berhasil disintesis. Begitu halnya dengan nilai  $2\theta$  yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan daerah  $2\theta$ (°)

Ag (Standar) $2\theta$ (°)	$\text{CoFe}_2\text{O}_4$ (Standar) $2\theta$ (°)	Sampel Ag/ $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ (0,3 : 0,7 : 2) $2\theta$ (°)
	18,34	24,12
	30,16	33,44
	35,52	35,9
	35,66	35,66
38,12	43,18	38,16
44,3		50,2
	53,56	54,7
	57,1	
	62,7	
64,44		63,08
		65,01
77,4	74,18	74,24

### Analisis hasil pengujian spektroskopi UV-vis

Larutan koloid yang transparan dari fotokatalis nanopartikel Ag/ $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  yang dilarutkan dalam 10 mL MB dianalisis dengan spektrofotometer UV-vis untuk mengetahui karakteristik dari fotokatalis nanopartikel Ag/ $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  yang terbentuk berdasarkan spektrum puncak absorbansinya. Karakterisasi fotokatalis nanopartikel Ag/ $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  menggunakan spektrofotometer UV-vis pada selang panjang gelombang 500-700 nm. Profil spektra absorpsi dari fotokatalis nanopartikel Ag/ $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  di dalam larutan koloidnya dengan waktu kontak 120 menit merupakan hasil yang terbaik dari masing-masing waktu kontak, dapat dilihat pada Gambar 4. berikut ini.



Gambar 4. Spektra absorpsi UV-vis dari larutan MB dengan fotokatalis nanopartikel Ag/ $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ .

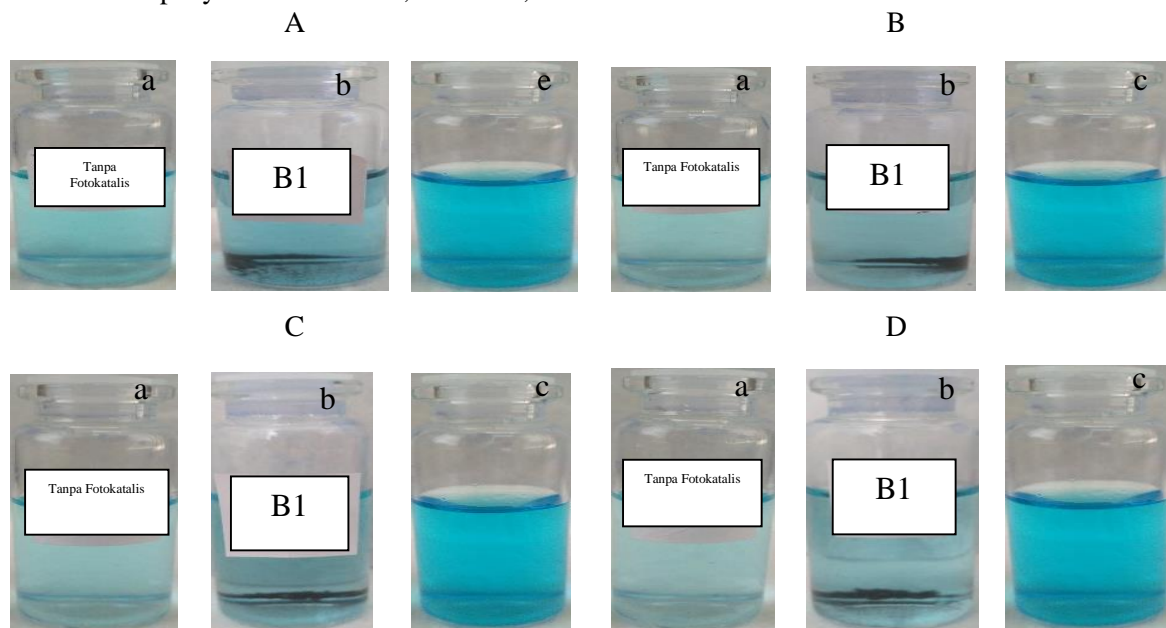
Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa absorbansi MB setelah didegradasi tanpa fotokatalis dan adanya fotokatalis menunjukkan bahwa penambahan fotokatalis mengalami penurunan absorbansi. Hal ini menunjukkan kemampuan fotokatalis nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dapat bekerja dalam proses degradasi sampel dan membantu dalam proses degradasi sampel. (Sanjaya dkk., 2017; Slamet dkk., 2003).

#### Aktivitas fotodegradasi MB oleh nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan variasi waktu penyinaran

Aktivitas fotodegradasi dilakukan dalam suatu reaktor yang disinari oleh lampu UV, dengan variasi waktu penyinaran 30 menit, 60 menit, 120

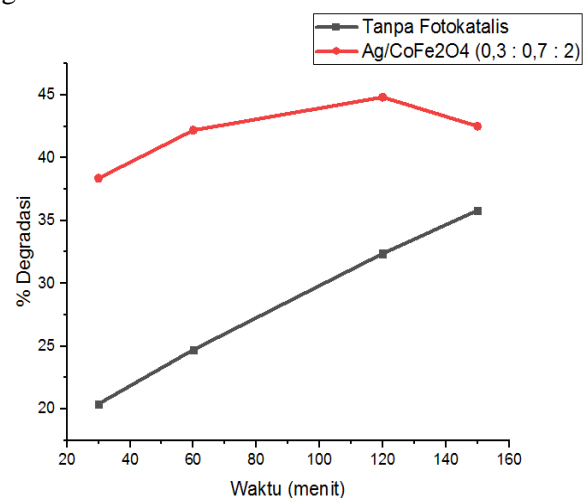
menit dan 150 menit. Ini dilakukan untuk menggambarkan lamanya interaksi (kontak) antara fotokatalis dengan sinar (*hν*) dalam menghasilkan radikal OH dan kontak radikal OH dengan zat warna *methylene blue* (MB) dalam proses degradasi. Dalam penelitian ini, konsentrasi zat warna MB yang digunakan adalah sebesar 5 ppm. Adapun proses perubahan *methylene blue* dengan adanya fotokatalis dan dibandingkan dengan tanpa fotokatalis dapat dilihat pada Gambar 5.

Perubahan warna MB tersebut, selanjutnya dianalisis dengan Spektrofotometri UV-vis untuk memperoleh data absorbansinya. Kemudian data



Gambar 5. Perubahan warna *methylene blue* dengan dan tanpa fotokatalis untuk waktu kontak (A) 30 menit, (B) 60 menit, (C) 120 menit, (D) 150 menit : (a) tanpa fotokatalis, (b) B1 (Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (0,3 mol : 0,7 mol : 2 mol)), (c) *methylene blue* sebelum didegradasi.

tersebut digunakan untuk menghitung % degradasi. Adapun profil waktu kontak antara fotokatalis dengan MB terhadap % degradasi dapat dilihat pada Gambar 6. Dari Gambar 6. tampak bahwa zat warna MB telah terdegradasi. Pada saat waktu kontak dari 30 menit sampai 120 menit. Ini dapat dilihat dengan naiknya grafik. Ketika waktu kontak naik hingga 120 menit terjadi perbedaan pola grafik. Terjadi penurunan % degradasi. Terjadinya penurunan % degradasi menandakan bahwa diatas waktu 120 menit, fotokatalis nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> yang digunakan mengalami penurunan aktivitasnya dalam mendegradasi zat warna MB. Hasil penelitian ini mirip dengan yang telah dilaporkan oleh Sanjaya dkk. (2017).



Gambar 6. Waktu kontak antara fotokatalis dengan MB terhadap % degradasinya.

## KESIMPULAN

Nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> telah disintesis dengan menggunakan ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis) dan berat yang diperoleh sebesar 1,5183 g. Kemampuan nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> mendegradasi zat warna *methylene blue* hanya sampai pada waktu kontak 120 menit, dimana % degradasinya yaitu nanopartikel Ag/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (0,3 mol : 0,7 mol : 2 mol) sebesar 44,84 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. & Khairurrijal. 2009. Karakterisasi nanomaterial. *Jurnal Nanoscience dan Teknologi*. 2(1), 1-9.
- Ahmad, N., Sharma, S. & Rai, R. 2012. Rapid green synthesis of silver and gold nanoparticles using peels of *Punica granatum*. *International Journal Nanoparticles*. 1, 1-13.
- Aritonang, H.F., Onggo, D., Ciptati, C. & Radiman, C.L. 2015. Insertion of platinum particles in bacterial cellulose membranes from PtCl<sub>4</sub> and H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> precursors. *Macromolecular Symposia*. 353, 55-61.
- Aritonang, H.F., Kamu, V.S., Ciptati, C., Onggo, D. & Radiman, C.L. 2017. Performance of platinum nanoparticles / multiwalled carbon nanotubes / bacterial cellulose composite as anode catalyst for proton exchange membrane fuel cells. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering and Catalysis*. 12(2), 287-292.
- Aritonang, H.F., Koleangan, H. & Wuntu, A.D. 2019. Synthesis of silver nanoparticles using aqueous extract of medicinal plants (*Impatiens balsamina* and *Lantana camara*) fresh leaves and analysis of antimicrobial activity. *International Journal of Microbiology*. 1, 1-8.
- Ariyanta, H.A. 2014. Preparasi nanopartikel perak dengan metode reduksi dan aplikasinya sebagai antibakteri penyebab luka infeksi. *Jurnal Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 1, 36-42.
- Bar, H., Bhui, D.K., Sahoo, G.P., Sarkar, P., De, S.P. & Misra, A. 2009. Green synthesis of silver nanoparticles using latex of *Jatropha curcas*. *Colloids and Surfaces A: Physicochem and Engineering Aspects*. 339, 134-139.
- Callegari, A., Tonti, D. & Chergui, M. 2003. Photochemically grown silver nanoparticles with wavelength-controlled size and shape. *Nano Letters*. 3(11), 1565-1568.
- Dimitrijevic, N.M., Bartels, D.M., Jonah, C.D., Takahashi, K. & Rajh, T. 2001. Radiolytically induced formation and optical absorption spectra of colloidal silver nanoparticles in supercritical ethane. *Journal of Physical Chemistry B*. 105, 954-959.
- Gingasu, D., Mindru, I., Patron, L., Moreno, J.M.C., Mocioiu, O.C., Preda, S., Stanica, N., Nita, S., Dobre, N., Popa, M., Gradisteanu, G. & Chifriuc, M.C. 2016. Green synthesis methods of CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and Ag-CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles using hibiscus extracts and their antimicrobial potential. *Journa of Nanomaterials*. 1, 1-12.
- Jha, A.K., Prasad, K., Prasad, L. & Kulkarni, A.R. 2009. Plant system. Nature's nanofactory. *Colloids and Surface B: Biointerfaces*. 73, 219-223.
- Kumar, V. & Yadav, S.K. 2009. Plant-mediated synthesis of perak and gold nanoparticles and their applications. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 84, 151-157.
- Labhane, P.K., Huse, V.R., Patle, L.B., Chaudhari, A.L. & Sonawane, G.H. 2015. Synthesis of Cu doped ZnO nanoparticles: Crystallographic, optical, FTIR, morphological and photocatalytic study. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*. 3, 39-51.
- Monshi, A., Foroughi, M.R. & Monshi, M.R. 2012. Modified Scherrer equation to estimate more accurately nano-crystallite size using XRD. *World Journal of Nano Science and Engineering*. 2, 154-160.
- Nurdila, F.A., Asri, N.S. & Suharyadi, E. 2015. Adsorpsi logam tembaga (Cu), Besi (Fe), dan Nikel (Ni) dalam limbah cair buatan menggunakan nanopartikel *Cobalt Ferrite* (CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). *Jurnal Fisika Indonesia*. 19(55), 1410-2994.
- Rai, R.C., Wilser, S., Guminiak, M., Cai, B. & Nakarmi, M.L. 2011. Optical and electronic properties of NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> thin films. *Applied Physics A*. 106, 207-211.
- Ravindra, A.V., Padhan, P. & Prellier, W. 2012. Electronic structure and optical band gap of CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> thin films. *Applied Physics Letters*. 101, 1-5.

- Samirana, P.O., Swastini, D.A., Subratha, I.D.G. P Y. & Ariadi, K.A. 2016. Uji aktivitas penyembuhan luka ekstrak etanol daun binahong (*Anredera scandens* (L.) Moq.) pada tikus jantan galur wistar. *Jurnal Farmasi Udayana*. 5(2), 2301-7716.
- Sanjaya, H., Rida, P. & Ningsih, S.K.W. 2017. Degradasi methylene blue menggunakan katalis ZnO-PEG Dengan Metode Fotosonolisis. *Eksakta*. 18(2), 1-9.
- Shankar, S.S., Rai, A., Ahmad, A. & Sastry, M. 2004. Rapid synthesis of Au, Ag and bimetallic Au core-Ag shell nanoparticles using neem (*Azadirachta indica*) leaf broth. *Journal of Colloid and Interface Science*. 275, 496-502.
- Slamet, Syakur, R. & Danumulyo, W. 2003. Pengolahan limbah logam berat Chromium (VI) Dengan Fotokatalis TiO<sub>2</sub>. *Makara, Teknologi*. 7(1), 27-32.
- Sun, Y., Yin, Y., Mayers, B.T., Herricks, T. & Xia, Y. 2002. Uniform silver nanowires synthesis by reducing AgNO<sub>3</sub> with ethylene glycol in the presence of seeds and poly(vinyl pyrrolidone). *Chemistry of Materials*. 14(11), 4736-4745.
- Swami, A., Selvakannan, P.R., Pasricha, R. & Sastry, M. 2004. One-step synthesis of ordered two dimensional assemblies of silver nanoparticles by the spontaneous reduction of silver ions by pentadecylphenol Langmuir monolayers. *Journal of Physical Chemistry B*. 108(50), 19269-19275.
- Venkatesan, K., Supriya, R., Bai, M.P.K., Madeswaran, S., Vidya, R. & Babu, D.R. 2015. Cobalt ferrite (CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) nanoparticles for evaluation of antibacterial activity. *Journal of the Indian Chemical Society*. 92, 637-639.
- Waldron, R.D. 1955. Infrared spectra of ferrites. *Physical Review*. 99(6), 1727-1735.
- Wu, T., Liu, S., Luo, Y., Lu, W., Wang, L. & Sun, X. 2011. Surface plasmon resonance-induced visible light photocatalytic reduction of graphene oxide: Using Ag nanoparticles as a plasmonic photocatalyst. *Nanoscale*. 3, 2142-2144.
- Yin, B., Ma, H., Wang, S. & Chen, S. 2003. Electrochemical synthesis of silver nanoparticles under protection of poly (*N*-vinylpyrrolidone). *Journal of Physical Chemistry B*. 107(34), 8898-8904.
- Zheng, X.F. & Lian, Q. 2014. Synthesis and evaluation of CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Chitosan nanoparticles in enhanced oil recovery. *Journal of Dispersion Science and Technology*. 36, 245-251.