

## SINTESIS NANOPARTIKEL MRGO UNTUK APLIKASI ADSORPSI LOGAM BERAT PADA LIMBAH CAIR

Reni Rahmadewi<sup>1</sup>, Vita Efelina<sup>2</sup>, Endah Purwanti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

<sup>2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

<sup>1</sup>reni.rahmadewi@staff.unsika.ac.id

<sup>2</sup>vita.efelina@staff.unsika.ac.id

<sup>3</sup>endah.purwanti@ft.unsika.ac.id

### Abstrak

Karawang khususnya Kecamatan Telukjambe Timur merupakan kawasan yang padat akan industri. Kecamatan ini merupakan lokasi Kawasan industri *Karawang International Industrial Center* (KIIC) yang mana merupakan salah satu kawasan industri berskala internasional. Keberadaan industri ini tentunya memberikan dampak positif maupun negatif. Dampak negatif dari adanya banyak industri adalah penurunan kualitas lingkungan khususnya pencemaran. Keberadaan logam berat dalam limbah cair membahayakan lingkungan, kehidupan manusia maupun organisme lainnya. Upaya untuk mengatasi pencemaran diantaranya adalah dengan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan metode pemisahan dan pemurnian yang banyak digunakan, mudah, efisien dan *low cost*. Adsorben berbasis nanopartikel adalah adsorben yang memiliki ukuran partikel lebih kecil dari 1 mikron dan berpotensi sekecil atom dengan panjang molekul sekitar 0,2 nm. Adsorben berbasis nanopartikel untuk menanggulangi logam berat menggunakan *magnetic reduced graphene oxide* (MRGO). Karakterisasi material nanopartikel MRGO menggunakan spektrometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*). Tujuan khusus penelitian ini adalah sintesis dan karakterisasi nanopartikel MRGO yang harapannya dapat digunakan sebagai material penyerap logam berat. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar solusi untuk pengembangan material untuk aplikasi penyerap logam berat untuk mengurangi polusi atau pencemaran limbah akibat industri. Hasil dari penelitian ini, kandungan limbah Fe sebelum ditambahkan nanopartikel magnetik adalah sebesar 166,80 mg/L. Sedangkan setelah ditambahkan nanopartikel magnetik menurun menjadi 0,19 mg/L. Penambahan rGO cenderung lebih menurunkan kadar Fe dalam limbah yaitu sebesar 0,08 mg/L.

**Kata Kunci:** MRGO, nanopartikel, adsorpsi, magnet.

### Abstract

Telukjambe Timur District is a densely industrial area. One of the industrial estates in Karawang is the Karawang International Industrial Center (KIIC) which is already on an international scale. Industry has both positive and negative impacts. The negative impact is one of the environmental pollution by heavy metals. Heavy metals dissolved in liquid waste are dangerous to the environment, human life and other organisms. Adsorption method is an effort to overcome pollution. Adsorption is a method of separation and purification that is widely used, easy, efficient and low cost. Adsorbents Nanoparticle-based are adsorbents that have a particle size smaller than 1 micron and potentially as small as an atom with a molecular length of about 0.2 nm. Adsorbents Nanoparticle-based for dealing with heavy metals using magnetic reduced graphene oxide (MRGO). Characterization of MRGO nanoparticle material using a Fourier Transform Infra Red (FTIR) spectrometer and AAS (Atomic Adsorption Spectroscopy). The specific purpose of this study is the synthesis and characterization of MRGO nanoparticles which can be used as heavy metal absorbent materials. The benefits of this research are expected to be the basis of solutions for the development of materials for heavy metal absorber applications to reduce pollution or industrial waste pollution. The results of this study, the content of Fe waste before adding magnetic nanoparticles was 166.80 mg / L. Meanwhile, after adding magnetic nanoparticles decreased to 0.19 mg / L. The addition of rGO tends to further reduce Fe levels in the waste that is equal to 0.08 mg / L.

**Keywords:** MRGO, nanoparticles, adsorption, magnetism

### 1. PENDAHULUAN

Karawang khususnya Kecamatan Telukjambe Timur merupakan kawasan yang padat akan industri. Kecamatan ini merupakan lokasi Kawasan industri *Karawang International Industrial Center*

(KIIC) yang mana merupakan salah satu kawasan industri berskala internasional. Keberadaan industri ini tentunya memberikan dampak positif maupun negatif. Dampak negatif dari adanya banyak industri adalah penurunan kualitas lingkungan khususnya pencemaran. Pencemaran

lingkungan baik udara, tanah ataupun air banyak terjadi akibat dari aktivitas manusia. Menurut UU No.32 tahun 2009 pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Keberadaan logam berat dalam limbah cair membahayakan lingkungan, kehidupan manusia maupun organisme lainnya [1]. Logam berat merupakan unsur-unsur transisi yang mempunyai massa jenis atom lebih besar dari  $6 \text{ g/cm}^3$ [2]. Polusi logam berat yang berasal dari industri mengandung satu atau lebih racun logam berat. Konsentrasi dari logam berat tersebut terkadang lebih dari batas yang diizinkan. Konsentrasi logam berat seperti Merkuri (Hg), timbal (Pb), cadmium (Cd), krom (Cr) dan seng (Zn) dalam bentuk senyawa toksin terdapat dalam limbah-limbah industri. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengatasi pencemaran air yang diakibatkan oleh logam berat. Logam berat tersebut menghasilkan banyak racun dan berbahaya bagi kehidupan organisme[3]. Sifat toksik memungkinkan terbentuknya senyawa kompleks dengan ligan pada permukaan membran sel makhluk hidup ketika dalam bentuk ion [4]. Dalam proses menghilangkan warna, bau, polutan organik maupun anorganik menggunakan metode adsorpsi. Metode ini merupakan salah satu metode pemisahan dan pemurnian yang banyak digunakan, mudah, efisien dan *low cost*.

Adsorben berbasis nanopartikel adalah adsorben yang memiliki ukuran partikel lebih kecil dari 1 mikron dan berpotensi sekecil atom dengan panjang molekul sekitar 0,2 nm. Adsorben berbasis nanopartikel untuk menanggulangi logam berat menggunakan *magnetic reduced graphene oxide* (MRGO). MRGO merupakan material berbasis graphene yang dimodifikasi dengan adanya nanopartikel besi oksida pada permukaan Graphene Oxide (GO). MRGO mempunyai sifat dan karakter yang unik seperti luas permukaan yang tinggi, karakter superparamagnetik serta kemampuan penyerapan terhadap ion dan molekul. Pada penelitian ini sintesis rGO menggunakan metode Hummer's. MRGO dipreparasi dengan mereaksikan *ferrochloride tetrahydrate* [5]. Karakterisasi material nanopartikel MRGO menggunakan spektrometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*) untuk mengidentifikasi struktur, karakteristik *functional groups*, dan kapabilitas adsorpsi ion metal.

Tujuan khusus penelitian ini adalah sintesis dan karakterisasi nanopartikel MRGO. Penelitian ini ada beberapa tahapan, Tahap I: Sintesis material graphene, Tahap II: Sintesis dan karakterisasi nanopartikel menggunakan metode kopresipitasi

dilakukan di Lab Produksi Unsika. Nanopartikel yang dibuat diharapkan mampu diaplikasikan sebagai material yang mampu menyerap logam-logam berat yang dihasilkan dari limbah industri. Manfaat dari penelitian ini adalah menjadi dasar atau acuan untuk penelitian tentang air bersih yang layak konsumsi dan tidak mengandung logam berat, baik dari limbah industri ataupun rumah tangga.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini melakukan beberapa tahapan adalah sebagai berikut:

### 1. Tahap Persiapan

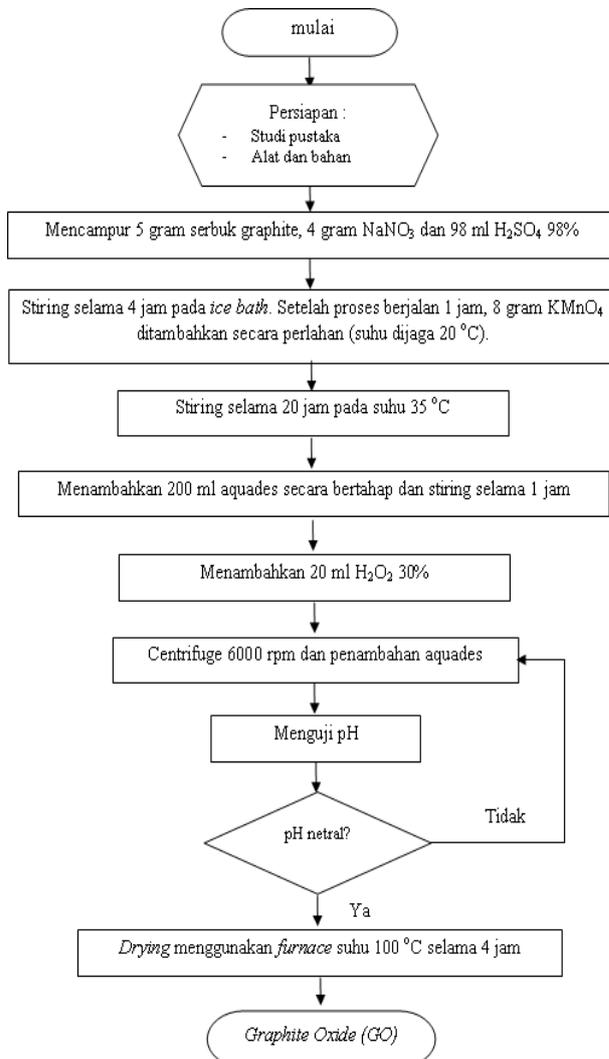
Tahap persiapan meliputi kajian pustaka mengenai nanopartikel, adsorpsi logam berat, *magnetik reduced graphene oxide*. Tahap selanjutnya yaitu persiapan alat dan bahan. Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi: graphene oxide (GO), aquades, asam klorida (HCl), aluminium foil dan alkohol 70%. Sedangkan peralatan yang digunakan meliputi: gelas beker, gelas ukur, pipet, spatula, pinset, timbangan digital, hotplate, magnetic stirrer, magnet permanen, *furnace*.

### 2. Prosedur penelitian

Sintesis nanopartikel MRGO menggunakan metode Hummer menggunakan serbuk grafit. Grapheneoxide diperoleh dengan metode reduksi dan pengelupasan (*exfoliation*), yaitu menggunakan proses pendispersian *graphiteoxide* pada air dengan menggunakan proses ultrasonikasi. Pengelupasan ini dapat terjadi karena adanya gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik merupakan salah satu dari gelombang mekanik dengan range frekuensi lebih dari 20.000 Hz sehingga proses pengelupasan dari *graphite oxide* menjadi *grapheme oxide* dilakukan secara mekanik. Proses pengelupasanya diawali dengan adanya gaya gesek pada *graphite oxide* akibat interaksi dengan gelombang ultrasonik dan proses kavitasi yang dialami oleh medium yang berupa air. Proses kavitasi disebabkan karena adanya perbedaan tekanan pada saat proses ultrasonikasi sehingga menyebabkan proses pengelupasan *graphite oxide* menjadi *graphene oxide*.

Sebanyak 100 mg serbuk *graphite oxide* dicampurkan dengan 50 ml aquabides dan diultrasonikasi selama 1 jam, kemudian dilakukan *centrifuge* kecepatan 6000 rpm selama 1 jam. Endapan yang diperoleh dikeringkan dengan *furnace* suhu 80 °C selama 2 jam hingga didapatkan serbuk *exfoliated grapheneoxide* (xGO). Selanjutnya 40 mg serbuk xGO dicampurkan dengan 80 ml aquabides dan diultrasonik selama 1 jam, kemudian dilakukan *centrifuge* kecepatan 6000 rpm selama 1 jam. Endapan kemudian dikeringkan dengan *furnace* suhu 80 °C selama 2 jam hingga didapatkan serbuk *reduced graphene oxide* (rGO). Proses adsorpsi dengan melarutkan 0,4 gram MRGO kedalam 80 ml limbah cair, kemudian

diaduk menggunakan magnetic stirrer. Di awal proses pengadukan, larutan ditetesi oleh NH<sub>4</sub>OH dengan kadar yang disesuaikan dengan kondisi pH untuk masing-masing sampelnya. Larutan yang terbentuk diaduk kembali menggunakan *magnetic stirrer* selama 3 jam dalam kondisi suhu ruang. Setelah proses pengadukan selesai, larutan diendapkan di atas magnet permanen selama satu jam. Tiga puluh menit pertama larutan didiamkan di atas magnet permanen sampai endapannya turun. Setelah itu larutan dipisahkan dari endapannya. Larutan yang telah dipisahkan dari endapannya kemudian diletakkan kembali di atas magnet permanen. Hal ini dilakukan untuk menarik logam-logam yang masih terlarut agar dapat mengendap. Larutan yang telah dipisahkan dari endapan disaring dengan kertas saring. Setelah itu sampel di karakterisasi menggunakan AAS dan SEM. Proses pembuatan MRGO ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini:

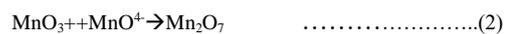


Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan MRGO

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Sintesis *Reduced Graphene Oxide* (rGO)

Sintesis rGO dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan serbuk *graphite* sebagai material dasar. Serbuk *graphite* dioksidasi terlebih dahulu dengan menggunakan bahan oksidator kuat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) yang proses reaksinya terjadi di atas suhu ruang. Serbuk *graphite* memiliki struktur atom berbentuk tiga dimensi, yang tersusun atas atom karbon dengan bentuk kisi hexagonal dua dimensi yang disusun menjadi beberapa lapisan dengan jarak antar lapisan adalah 3,37 Å. Selama proses oksidasi, terjadi penyisipan atom oksigen dan hidrogen pada celah diantara lapisan *graphite* sehingga jarak antara lapisan penyusun *graphite* menjadi lebih besar yaitu 6 Å-12 Å bergantung pada kelembaban udara. Dalam proses oksidasi ini terjadi proses reaksi dengan mekanisme reaksi sebagai berikut:



Dalam reaksi ini digunakan senyawa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebagai pelarut *graphite* karena diketahui *graphite* memiliki sifat tidak mudah larut dalam air atau bersifat hydrophobic. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selain sebagai pelarut juga dapat mengoksidasi *graphite*. Oksidasi juga berlangsung disebabkan oleh penambahan senyawa NaNO<sub>3</sub>. Efek oksidasi paling kuat diberikan oleh penambahan KMnO<sub>4</sub> kedalam bahan yang akan mengalami ionisasi di dalam larutan dan menghasilkan senyawa Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Senyawa ini bersifat oksidatif sangat kuat untuk merusak struktur *graphite* menjadi *graphite oxide*, yang dapat dilihat dari rumus kimianya dimana memiliki jumlah 7 atom oksida dalam satu molekul Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. *Graphite* yang telah berubah struktur akibat proses oksidasi disebut sebagai *graphite oxide*. Perubahan struktur atom pada bahan menyebabkan perubahan sifat kimia dan fisika bahan juga berubah. Secara kelistrikan *graphite* memiliki sifat konduktif, sedangkan *graphite oxide* bersifat semikonduktif. Dari interaksinya terhadap air, *graphite* bersifat tidak suka air (hydrophobic) sedangkan *graphite oxide* bersifat suka air (hydrophilic). Dalam kondisi kelembaban udara tinggi, *graphite oxide* akan menyerap sebagian uap air yang ada di udara. Keberadaan uap air pada bahan akan mengubah jarak antar lapisan *graphite oxide* yang nilainya berbanding terbalik peningkatan kelembaban udara. Pada akhir proses oksidasi ditambahkan aquades untuk mengencerkan larutan dan mengurangi keasamaan larutan sehingga proses oksidasi mulai berhenti.

Penambahan aquades akan mengubah warna larutan menjadi berwarna coklat. Warna coklat pada larutan dapat menjadi indikator awal bahwa telah terbentuk *graphite oxide* di dalam larutan. Senyawa peroksida juga digunakan untuk menghentikan proses oksidasi dengan menghilangkan ion permanganat yang terdapat dalam larutan. Setelah proses oksidasi selesai dan didiamkan beberapa lama maka akan terlihat endapan *graphite oxide* di dasar larutan. Maka selanjutnya endapan tersebut di

cuci berulang-ulang menggunakan aquades dan dipisahkan menggunakan sentrifuge hingga keasamaan larutan berkurang atau mendekati pH netral. Kemudian endapan dikeringkan sehingga diperoleh serbuk *graphite oxide*.

Pada struktur *graphite oxide* terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian aromatik dengan cincin benzene yang tidak teroksidasi dan bagian yang teroksidasi. Besarnya ukuran bagian tersebut bergantung dengan derajat oksidasi dari *graphite oxide*. Sehingga kualitas *graphite oxide* sangat bergantung pada derajat oksida yang terjadi pada proses sintesis. Untuk memperoleh derajat oksidasi yang tinggi maka dapat dilakukan dengan memberikan senyawa pengoksidasi dalam jumlah yang besar dan dioksidasi dalam waktu yang lama. Graphene Oxide ditunjukkan pada gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Graphene Oxide

Untuk memperoleh *graphene oxide* dilakukan dengan mendispersikan *graphite oxide* didalam larutan menggunakan vibrasi ultrasonik yang bekerja pada daya yang besar. Dalam penelitian ini digunakan vibrasi ultrasonik dengan daya 130 Watt. *Graphene oxide* merupakan lapisan-lapisan dua dimensi yang menyusun *graphite oxide* tiga dimensi. Karena jarak antar lapisan *graphite* oksida sudah semakin besar dibandingkan dengan jarak antar lapisan pada *graphite*, maka pengelupasan lapisan penyusunnya dapat dilakukan dengan menggunakan vibrator yang bekerja pada frekuensi ultrasonik. Vibrasi dilakukan selama waktu tertentu dan diperoleh *graphene oxide* yang terdispersi dalam larutan. *Graphene oxide* yang terdispersi dalam larutan bersifat stabil, hal ini karena *graphene oxide* memiliki muatan negatif dipermukaan bidang strukturnya ketika didispersi dalam air, sehingga akibat adanya interaksi elektromagnetik antar muatan yang sejenis menyebabkan larutan *graphene oxide* bersifat stabil. Kemudian larutan dikeringkan sehingga menjadi serbuk. Proses pengeringan ini akan menjadikan *graphene oxide* kembali ke bentuk *graphite oxide*, namun dengan ukuran partikel yang lebih kecil. Dan jarak antar lapisan penyusunnya lebih besar dibandingkan jarak lapisan pada *graphite*, sehingga pada *graphene oxide* akan lebih mudah untuk mengelupas lapisannya menggunakan vibrator ultrasonik. Hal ini karena sesuai dengan hukum hooke yang mana nilai konstanta elastisitas suatu bahan akan semakin besar dengan pertambahan panjangnya, sehingga bahan yang berukuran lebih panjang akan lebih mudah patah.

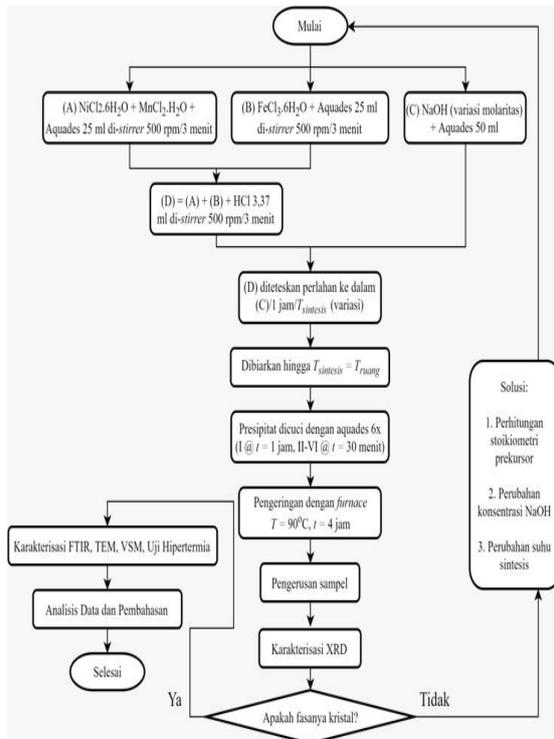
Begitu juga dalam proses pengelupasan *graphene oxide*. *Graphene oxide* yang memiliki derajat oksidasi tinggi akan memiliki jumlah atom oksida diantara lapisan sehingga semakin banyak lapisan maka akan semakin besar jarak antar lapisan sehingga bahan menjadi lebih elastis dan lebih mudah dipatahkan atau dikelupas. Untuk mendapatkan *reduced graphene oxide*, maka dilakukan reduksi dengan menggunakan senyawa kimia hydrazine 80 wt% ( $N_2H_4OH$ ) dalam air yang direduksi pada suhu  $70^\circ, 80^\circ$ , dan  $90^\circ$  C. Adanya energi termal akan memberikan tambahan energi untuk memutus ikatan oksida pada bahan. Senyawa hydrazine akan bereaksi dengan gugus epoxy dan gugus karboksilat sehingga akan dapat memutus ikatan oksida pada bahan. Atom hidrogen pada hydrazine akan berikatan dengan gugus oksida sehingga membentuk molekul  $H_2O$ , sedangkan atom N pada hydrazine akan berikatan dengan permukaan bidang *reduced graphene oxide*.

Jadi, reduksi *graphene* dengan metode ini akan menghilangkan sejumlah atom oksida pada bahan, namun terjadi penambahan ikatan nitrogen yang jumlahnya lebih sedikit dari pada pemutusan atom O. Keberadaan atom nitrogen pada bahan akan memberikan sumbangan *defect* tersendiri terhadap struktur *reduced graphene oxide*. Semakin banyak senyawa hydrazine yang ditambahkan maka akan semakin banyak ikatan oksida yang terputus dan semakin banyak ikatan nitrogen yang terbentuk pada bahan. *Defect* yang terbentuk pada *reduced graphene oxide* sumbangan dari atom oksida akan semakin kecil, namun sumbangan *defect* oleh atom nitrogen akan semakin besar. Reduced Graphene Oxide di tunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini:



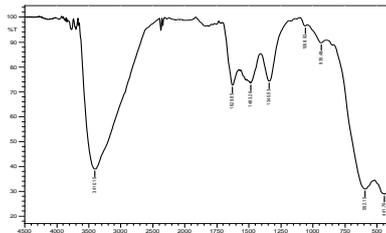
Gambar 3. Reduced Graphene Oxide

1. Sintesis Nanopartikel  $Mn_{0.5} Ni_{0.5} Fe_2O_4$  menggunakan metode kopresipitasi
- Pembuatan nanopartikel  $Mn_{0.5} Ni_{0.5} Fe_2O_4$  menggunakan metode kopresipitasi ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Metode Kopresipitasi

Hasil yang diperoleh dari metode tersebut adalah nanopartikel  $Mn_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$  yang berpotensi sebagai adsorben limbah logam. Spektrum FTIR sampel Nanomagnetic  $MnNiFeO_2$  ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Spektrum FTIR dari sampel Nanomagnetic  $MnNiFeO_2$

Dari spektrum FTIR pada Gambar 5 menunjukkan bahwa sampel nanopartikel magnetik  $MnNiFeO_2$  memiliki jenis vibrasi O-H Alkohol fenol pada frekuensi 3410  $cm^{-1}$ . Pada frekuensi 1629  $cm^{-1}$ , memiliki ikatan C=C alkena, pada frekuensi 1483  $cm^{-1}$  memiliki ikatan C=C aromatik, frekuensi 1340  $cm^{-1}$  C-N amina (Pavia dkk, 2009).

## 2. Pembuatan Limbah $FeSO_4.7H_2O$

Pembuatan limbah Fe menggunakan  $FeSO_4.7H_2O$  ditambah dengan aquades. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Hasil AAS dari limbah  $FeSO_4.7H_2O$

Nama Sampel	Absorban	Pengenceran	Conc. (mg/L)
4 – limbah $FeSO_4.7H_2O$	0.2120	50	166.80

Dapat dilihat dari tabel di atas bahwa limbah Fe dalam  $FeSO_4.7H_2O$  mengandung konsentrasi sebanyak 166.80 mg/L. Hasil larutan yang dibuat dapat ditunjukkan pada Gambar 6 di bawah ini:



Gambar 6. Limbah Fe dalam  $FeSO_4.7H_2O$

## 3. Pembuatan $FeSO_4.7H_2O / Mn_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$

Larutan  $FeSO_4.7H_2O / Mn_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$  dapat ditunjukkan pada Gambar 7 di bawah ini:



Gambar 7. Larutan  $FeSO_4.7H_2O / Mn_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$

Besi merupakan unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Fe, berwarna metalik mengkilap keabu-abuan dan bersifat ferromagnetik. Besi memiliki nomor atom 26 dan nomor massa 55,847 sma. Besi memiliki massa jenis 7,9  $g/cm^3$  dan memiliki titik didih 2800oC serta titik leleh 1540oC serta bersifat ferromagnetik (Darmono, 1995). Kandungan Fe hasil karakterisasi yang diperoleh menggunakan AAS ditunjukkan pada tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Kandungan Fe

Nama Sampel	Absorban	Pengenceran	Conc. (mg/L)
4 – limbah $FeSO_4.7H_2O$	0.2120	50	166.80
5 – limbah $FeSO_4.7H_2O +$ Nano magnetic $MnNiFeO_2$	0.0080	1	0.19
6 – limbah $FeSO_4.7H_2O +$	0.00	1	0.08

Nano magnetic MnNiFeO <sub>2</sub> + 1 mg rGO	08		
7 – limbah FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + Nano magnetic MnNiFeO <sub>2</sub> + 3 mg rGO	0.00 23	1	0.10
8 – limbah FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + Nano magnetic MnNiFeO <sub>2</sub> + 5 mg rGO	0.01 55	1	0.31

Dapat dilihat pada tabel 2, kandungan Fe dalam limbah FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O memiliki konsentrasi 166.80 dengan melakukan 50 kali pengenceran. Sedangkan ketika ditambahkan nano magnetic MnNiFeO<sub>2</sub>, konsentrasi kandungan Fe nya berkurang begitu signifikan menjadi 0.19 mg/L. Adanya penambahan rGO cenderung mengurangi kadar Fe dalam limbah yaitu sebesar 0,08 mg/L. Dapat dilihat bahwa penambahan rGO yang paling optimal menurunkan kadar Fe adalah sebanyak 1 mg saja.

4. Kandungan Ni pada Larutan FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O / Mn<sub>0.5</sub> Ni<sub>0.5</sub> Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Nikel adalah unsur kimia metalik dalam tabel periodik yang memiliki simbol Ni dan nomor atom 28. Nikel merupakan unsur logam dengan fasa padat memiliki massa jenis 8,908 g/cm<sup>3</sup>. Nikel memiliki massa jenis cair saat melewati titik didih 7,81 g/cm<sup>3</sup>. Titik lebur dari Nikel adalah 1455oC, sedangkan titik didihnya adalah 2913oC. Kalor peleburan Nikel adalah 14,48 kJ/mol, sedangkan kalor penguapan Nikel adalah 377,5 kJ/mol, dan kapasitas kalor saat suhu ruang adalah 26,07 J/mol K (Czerczak dan Gromiec, 2001). Kandungan Ni pada Larutan FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O / Mn<sub>0.5</sub> Ni<sub>0.5</sub> Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ditunjukkan pada Tabel 3:

Nama Sampel	Absorban	Conc. (mg/L)
5 – limbah FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + Nano magnetic MnNiFeO <sub>2</sub>	0.0092	0.10
6 – limbah FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + Nano magnetic MnNiFeO <sub>2</sub> + 1 mg rGO	0.0088	0.09

7 – limbah FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + Nano magnetic MnNiFeO <sub>2</sub> + 3 mg rGO	0.0202	0.24
8 – limbah FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + Nano magnetic MnNiFeO <sub>2</sub> + 5 mg rGO	0.0248	0.30

Tabel 3. Kandungan Ni

Kandungan nikel pada limbah sebelum di campur dengan rGO adalah sebesar 0,10 mg/L. Ketika limbah tersebut ditambahkan dengan rGO cenderung menurunkan kadar Ni dalam limbah yaitu sebesar 0,09 mg/L.

5. Kandungan Mn pada Larutan FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O / Mn<sub>0.5</sub> Ni<sub>0.5</sub> Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Kandungan Mn pada Larutan FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O / Mn<sub>0.5</sub> Ni<sub>0.5</sub> Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ditunjukkan pada Tabel 4:

Nama Sampel	Absorban	Conc. (mg/L)
5 – limbah FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + Nano magnetic MnNiFeO <sub>2</sub>	0.0018	0.02
6 – limbah FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + Nano magnetic MnNiFeO <sub>2</sub> + 1 mg rGO	0.0008	0.01
7 – limbah FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + Nano magnetic MnNiFeO <sub>2</sub> + 3 mg rGO	-0.0013	0.00
8 – limbah FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + Nano magnetic MnNiFeO <sub>2</sub> + 5 mg rGO	0.0011	0.02

Tabel 4. Kandungan Mn

Kandungan Mangan (Mn) pada limbah sebelum di campur dengan rGO adalah sebesar 0,02 mg/L. Ketika limbah tersebut ditambahkan dengan rGO

cenderung menurunkan kadar Mn dalam limbah yaitu sebesar 0,01 mg/L.

#### 4. PENUTUP

##### 4.1 Simpulan

Nanopartikel yang berpotensi sebagai material penyerap logam berat. Kandungan limbah Fe sebelum ditambahkan nanopartikel magnetik adalah sebesar 166,80 mg/L. Sedangkan setelah ditambahkan nanopartikel magnetik menurun menjadi 0,19 mg/L. Penambahan rGO cenderung lebih menurunkan kadar Fe dalam limbah yaitu sebesar 0,08 mg/L.

##### 4.2 Saran

Penelitian ini merupakan penelitian dasar untuk menentukan apakah penambahan nanopartikel magnetik dapat menurunkan kadar logam Fe. Sehingga perlu diadakan penelitian lanjutan mengenai analisis magnetik menggunakan XRD dan TEM.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Pouretedal, H.R. dan Kazemi, M., 2012, Characterization of modified silica aerogel using sodium silicate precursor and its application as adsorbent of Cu<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, and Pb<sup>2+</sup> ions, *International Journal of Industrial Chemistry*, 3, 20.
- [2.] Widaningrum, Miskiyah, dan Suismono, 2007, Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya, *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, vol. 3.
- [3.] Kawasaki, N., Tominaga, H., Ogata, F., dan Kakehi, K., 2010, Removal of Cadmium and Copper by Vegetable Biomass Treated with Hydrochloric Acid, *Chemical Engineering Journal*, 157, 249-253
- [4.] Moreno, J. C., Gomez, G. R. dan Giraldo, L., 2010, Removal of Mn, Fe, Ni, and Cu Ions from Wastewater using Cow Bone Charcoal, *Journal Material*, 3,452-466.
- [5.] Andri Hardiansyah, Elsy Rahimi Chaldun, and Amelia Fadyah Idzni. 2017. *Magnetic Reduced Graphene Oxide as Advanced Materials For Adsorption Of Metal Ions*. Jurnal Sains Materi Indonesia. Vol.18.No.3, hal 185-189.
- [6.] Kraus, A., Jainae, K., Unob, F., dan Sukpirom, N., 2009, Synthesis of MPTSM Modified Cobalt Ferrite Nanoparticles and Their Adsorption Properties in Relation to Au(III), *Journal of Colloid and Interface Science*, 338, 359-365.
- [7.] Baldi, G., Bonacchi, D., Innocenti, C., Lorenzi, G., dan Sangregorio., 2007, Cobalt Ferrite Nanoparticles: The Control of The Particle Size and Surface State and Their Effects on Magnetic Properties, *Journal of Magnetism and Magnetic Material*, 311, 10 16.
- [8.] Ai, L., Zhou, Y., dan Jiang, J., 2011, Removal of Methylene Blue from Aqueous Solution by Montmorillonite/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Composite with Magnetic Separation Performance, *Desalination*, 266, 72-77.
- [9.] Viltuznik, B., Kosak, A., Zub, Y.L., dan Lobnik, A., 2013, Removal of Pb(II) Ions from Aqueous Systems using Thiol-functionalized Cobalt-Ferrite Magnetic Nanoparticles, *J Sol-Gel Technol*, 68, 365-373.
- [10.] Pavia, D.L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., dan Vyvyan, J.R., 2009, *Introduction to Spectroscopy*, Western Washington University, Washington.
- [11.] Darmono. 1995. Logam dalam sistem Biologi Makhluk hidup. UI. Jakarta.
- [12.] Czerczak dan Gromiec. 2001. Chemical and Physical Information of Nickel, HSDB. International Cancer Institute, North America.