

ANALISIS DISTRIBUSI NANOPARTIKEL Fe_3O_4 TERHADAP PENYERAPAN LOGAM BERAT Pb

Dewi Sartika¹, Eko Malis², Emmistasega Subama M³

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Banyuwangi

³Rumah Fisika Lampung

Email: ¹dewisartika@unibabwi.ac.id, ²malisgsn@gmail.com, ³ms.tasega@yahoo.com

Masuk: 30 Mei 2019, Revisi masuk: 30 Juni 2019, Diterima: 15 Juli 2019

ABSTRACT

Magnetic nanomaterial Fe_3O_4 has fabricated using coprecipitation methods for 90 minutes with temperatur $60^\circ C$. Fabrication product of this sample were coloured black powder. Characterisation of Fe_3O_4 used Transmission Electron Microscopy (TEM). Characterization result studied were density using J-image software. Mixing Fe_3O_4 powder into liquid waste has goal to determine the level of absorption of Fe_3O_4 magnetic nanomaterials to heavy metals contained in waste. Particle density has a big potential to absorb heavy metals, especially Pb. At the density level of the densest Fe_3O_4 particles shows the optimal absorption ability of Pb metal absorbed at a concentration of 0,56 grams with an absorption percentage of 99,99%.

Keywords: Fe_3O_4 , Heavy metal Pb, Nanomaterial.

INTISARI

Material nanomagnetik Fe_3O_4 telah difabrikasi menggunakan metode kopresipitasi selama 90 menit dengan suhu $60^\circ C$. Produk dari pabrikasi ini berupa serbuk berwarna hitam. Karakterisasi Fe_3O_4 menggunakan *Transmission Electron Microscopy* (TEM). Hasil karakterisasi dipelajari kerapatannya menggunakan software *image-J*. Pencampuran serbuk Fe_3O_4 ke dalam limbah cair bertujuan untuk mengetahui tingkat penyerapan nanomaterial magnetik Fe_3O_4 terhadap logam berat yang terdapat dalam limbah. Kerapatan partikel berpotensi besar terhadap penyerapan logam berat, khususnya Pb. Pada tingkat kerapatan partikel-partikel Fe_3O_4 yang terpadat menunjukkan kemampuan penyerapan logam Pb terserap secara optimal yaitu pada konsentrasi 0,56 gram dengan persentase penyerapan sebesar 99,99%.

Kata-kata kunci: Fe_3O_4 , Logam berat Pb, Nanomagnetik.

PENDAHULUAN

Ilmu dan pengetahuan tentang magnet berkembang dengan pesat. Salah satu material magnet adalah Fe_3O_4 . Teknologi nanomaterial juga menjunjung kemajuan material magnetik Fe_3O_4 . Nanopartikel Fe_3O_4 menarik perhatian para peneliti untuk dipelajari, baik secara teori maupun secara eksperimen. Nanopartikel magnetik memiliki kegunaan seperti material perekaman, *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) for clinical diagnosis, *magnetic drug target* (Hariani, et al. 2013)

Beberapa cara preparasi nanopartikel Fe_3O_4 adalah *energy milling* (Bolto, 1990), pereduksian (Fuentes et al., 2008), dan

ultrasonic assisted impregnation (Yang et al., 2008). Pembentukan material magnetik Fe_3O_4 pada suhu $55^\circ C$ berpengaruh pada ukuran orde nano sebesar 45 nm dengan struktur kubik (Nurjanah Siti, 2008). Nanopartikel magnetik Fe_3O_4 sebagai adsorben telah digunakan untuk mengadsorpsi logam berat Pb (II), Cu(II), Zn (II) dan Mn(II) pada variasi pH, temperatur, dan waktu kontak yang berbeda. Hasil eksperimen mengindikasikan absorpsi dipengaruhi sangat kuat oleh pH dan temperatur (Giraldo et al., 2012).

Keberadaan kontaminan di lingkungan memunculkan perhatian besar bagi para peneliti. Kontaminan sebagian besar merupakan logam berat

(Dief dan Hamdan (2016), Sartika dkk. (2014), Khattak et al. 2017). Logam berat dihasilkan dari kegiatan pertambangan, industri, dan manufaktur yang menggunakan produk sintesis dan hampir mencemari seluruh segmen lingkungan. Dari berbagai sumber, logam berat merupakan zat yang berbahaya karena cenderung mengarah pada bioakumulasi. Bioakumulasi akan meningkatkan konsentrasi kimia di dalam organisme dalam waktu tertentu dibandingkan konsentrasinya di lingkungan (Gautam et al., 2016). Toksisitas logam berat dapat dituliskan sesuai urutan menurun, yaitu: $Hg > Cd > Cu > Zn > Ni > Pb > Cr > Al > Co$. Data ini sebagai perkiraan kerentanan spesies terhadap berbagai logam (Hassaan et al., 2016).

Banyaknya limbah yang berdampak besar pada lingkungan, maka objek penelitian ini adalah sintesis nanopartikel magnetik Fe_3O_4 dengan metode kopresipitasi. Metode ini dipilih karena mudah dan cepat (Khajeh dan Khajeh, 2009). Karakterisasi Fe_3O_4 dengan TEM (*Transmission Electron Microscopy*) selain digunakan untuk mengetahui ukuran partikel, juga digunakan untuk mengetahui distribusi atau kerapatan partikel Fe_3O_4 melalui software *image-J*.

METODE

Pada penelitian ini, proses sintesis nanopartikel Fe_3O_4 dilakukan dengan melarutkan $Fe_3O_4 \cdot 7H_2O$ dan $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ke dalam aquades. Pencampuran dilakukan di atas *magnetic stirrer* selama 90 menit $60^\circ C$ dengan kecepatan aduk 450 (sampel 1), pengadukan selama 60 menit pada suhu $60^\circ C$ dengan kecepatan aduk 450 rpm (sampel 2), pengadukan selama 60 menit pada suhu $90^\circ C$ dengan kecepatan aduk 450 rpm (sampel 3), masing-masing ditetesi NH_4OH 10% secara perlahan. Proses ini dilanjutkan dengan pengendapan dengan bantuan medan magnet eksternal agar proses pengendapan dapat dilakukan lebih cepat dan efektif. Pada proses akhir diperlukan *furnace* untuk mengeringkan sampel dengan suhu $80^\circ C$ selama 2 jam. Produk akhir dari proses ini adalah serbuk hitam Fe_3O_4 yang digunakan

sebagai adsorben penyerapan logam berat Pb. Serbuk Fe_3O_4 dikarakterisasi menggunakan TEM dengan tiga sampel preparasi Fe_3O_4 yang berbeda-beda.

PEMBAHASAN

Produk sintesis Fe_3O_4 ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Powder Fe_3O_4

Sampel Fe_3O_4 berwarna hitam pekat. Hal ini menunjukkan preparasi sampel berhasil dipabrikasi. Warna hitam sampel menunjukkan bahwa nanopartikel yang dihasilkan dari proses sintesis didominasi Fe_3O_4 (Tartaj et al., 2003). Hasil penyerapan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{\text{kadar awal} - \text{kadar akhir}}{\text{kadar awal}} \times 100\%$$

Hasil penyerapan yang penurunan logam Pb disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel penurunan logam Pb

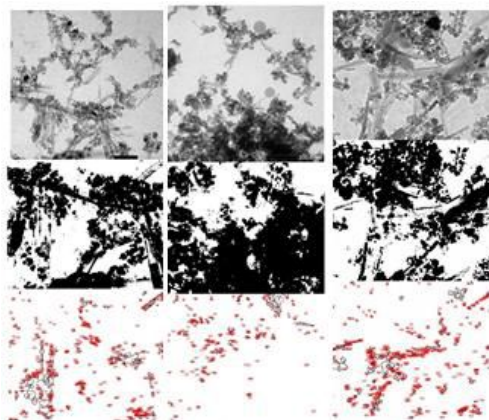
| No | Variasi absorben (gram) | Konsent rasi awal (ppm) | Konsent rasi akhir (ppm) | Persentase penurunan (%) |
|----|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 0,35 | 400 | 0,05 | 99,98 |
| 2 | 0,42 | 400 | 0,1 | 99,97 |
| 3 | 0,56 | 400 | 0,02 | 99,99 |

Gambar 2 menjelaskan hasil karakterisasi Fe_3O_4 dengan TEM. Data hasil TEM kemudian diolah dengan *image-J*. Gambar 2 bagian atas merupakan hasil karakterisasi sampel menggunakan TEM. Gambar di bagian tengah merupakan bagian *threshold*,

sedangkan bagian paling bawah (berwarna merah) merupakan *outile* yang telah didapatkan penyebaran partikel-partikelnya. Gambar a merupakan sampel 1, Gambar b merupakan sampel 2, dan Gambar 3 merupakan sampel 3.

Gambar a memiliki sebaran partikel lebih padat dibandingkan gambar b. Gambar c distribusinya lebih padat dibanding gambar b. Pengaruh dari sebaran partikel-partikel ini berdampak pada penyerapan logam berat.

Berdasarkan Tabel 1, penyerapan adsorben yang berbeda menunjukkan hasil penyerapan juga berbeda. Semakin besar adsorben, penyerapan logam Pb juga semakin besar. Hal ini bisa dilihat pada adsorben 1 dan 2 yaitu 0,35 gram dan 0,42 gram. Pada adsorben 0,56 gram, penyerapan Logam Pb naik lagi. Trend ini disebabkan karena konsentrasi ion logam berhubungan dengan jumlah sisi aktif yang terdapat pada permukaan Fe_3O_4 . Dengan potensi magnetik pada sisi aktif dan jumlah sisi aktif yang cukup besar menyebabkan gaya magnetiknya semakin besar (Sartika, 2016).



a b c
Gambar 2. Pengolahan Gambar TEM menggunakan *Image-J* melalui proses *Thresholding* dan gambar *outline* untuk a. sampel 1, b. sampel 2, c. sampel 3

Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan sebuah hubungan. Kerapatan partikel Fe_3O_4 dapat meningkatkan penyerapan logam berat Pb. Gambar 2c menginterpretasikan adsorben yang dapat meningkatkan penyerapan logam

berat, yaitu dengan besar adsorben 0,56 gram dengan penurunan kadar logam sebesar 0,02ppm atau 99,99%. Pada Gambar 2b dengan kerapatan yang lebih rendah menyebabkan penyerapan logam mengalami penurunan, yaitu pada konsentrasi 0,42 gram dengan penurunan kadar logam 0,1 ppm atau 99,97%. Hal ini disebabkan karena semakin rapat distribusi partikel Fe_3O_4 menyebabkan penyerapan logam Pb semakin besar. Fe_3O_4 dengan kerapatan tinggi memiliki sisi aktif adsorben yang tinggi pula sehingga penyerapannya juga lebih besar.

KESIMPULAN

Semakin besar kerapatan adsorben Fe_3O_4 menyebabkan semakin besar tingkat penyerapan logam berat. Begitu juga sebaliknya, jika kerapatan renggang maka akan menyebabkan penurunan nilai penyerapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Santi, A., Sartika, D., 2018, Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Fe_3O_4 Menggunakan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Tecnoscientia*, Vol. 11, No. 1, ISSN: 1979-8415.
- Khattak, M. M. U. R, Zahoor, M., Muhammad, B., Khan, F. A., Ullah, R., Salam, N. A., 2017, Removal of Heavy Metals from Drinking Water by Magnetic Carbon Nanostructures Prepared from Biomass, *Jurnal of Nanomaterials*.
- Dief, A. M. A., Hamdan, S. K., 2016. Functionalization of Magnetic Nano Particles: Synthesis, Characterization and Their Application in Water Purification, *American Journal of Nanoscience*, DOI: 10.11648/j.ajn.20160203.12
- Gautam, P. K., Gautam, R. K., Banerjee, S., Chattopadhyaya, and Pandey, J. D., 2016, Heavy Metals in The Environment: Fate, Transport, Toxicity and Remediation Technologies, *Nava Science Publishers*, ISBN: 978-1-63484-740-7.
- Hassaan, M. A., Nemr, A. E., Madkour, F. F. 2016. Environmental Assessment of Heavy Metal Pollution and Human Health Risk., *American*

- Journal of Water Science and Engineering*, DOI: 10.11648/j.ajwse.20160203.11.
- Giraldo, L., Erto, A., Pirajan, J. C. M. 2012. Magnetite Nanoparticles for Removal of Heavy Metals from Aqueous Solutions: Synthesis and Sharacterization, *Adsorption*, DOI: 10.1007/s10450-012-9468-1.
- Nurjanah, S., 2018, Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Magnetik Fe₃O₄ Pasir Besi Glagah Kulon Progo dengan Metode Kopresipitasi, *Skripsi*, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Bolto, B. A., 1990, Magnetic Particle Technology for Wastewater Treatment, *Waste Management*, Vol. 10. pp. 11-21.
- Yang T., Zhu S. H., Zhang D., and Xu S. H., 2008, Synthesis and Properties of Magnetic Fe₃O₄ Activated carbon Nanocomposite Particles For Dye Removal, *Matter lett*, Vol. 18, pp. 1675-1679.
- Fuertes, A. B and Tartaj, P., 2008, A facile Route for The Preparation of Superparamagnetic Porous Carbon. *Chem Mater*. Vol. 18. pp. 1675-1679.
- Hariani P. L., Faizal M., Ridwan R., Marsi, 2013, Syntesis and Properties of Fe₃O₄ Nanoparticles by Co-precipitation Method to Removal Procion Dye.
- Khajeh, M., dan Khajeh A., 2009, Synthesis of Magnetic Nanoparticles for Biological and Water Application, *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*.
- Sartika, D., 2016, Sifat Magnetik Adsorben Nanopartikel Fe₃O₄ Terhadap Adsorben Logam Berat (Co dan Fe) dalam Larutan.
- Sartika, D., Puji, A. F., Suharyadi, E., 2014, Studi Penurunan Kadar Logam Fe dan Co pada Limbah Cair dengan Purifikasi Berbasis Adsorben Nanopartikel Magnetik Fe₃O₄, *Jurnal Fisika Indonesia*, No. 52, Vol. XVIII.
- Tartaj, P., Morales M.D.P., Verdaguer S.P., Carreno T.G., Serna C.J., 2003. The Preparation of Magnetic nanoparticles for Applications in Biomedicine, *Journal of Physics D: Applied Physics*, 36: pp. R182-R197.

BIODATA PENULIS

Dewi Sartika, M.Sc., lahir di Banyuwangi pada tanggal 22 Juni 1989, menyelesaikan pendidikan S1 dari Universitas Negeri Malang tahun 2011 pada bidang fisika material, dan pendidikan S2 dari Universitas Gadjah Mada tahun 2014 pada bidang fisika material. Saat ini tercatat sebagai pengajar tetap pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Banyuwangi dengan bidang minat fisika.

Eko Malis, M.Si., lahir di Banyuwangi tanggal 2 Agustus 1980, menyelesaikan pendidikan S1 bidang teknik kimia di ITN Malang tahun 2003, dan S2 bidang ilmu kimia material dari Universitas Brawijaya Malang tahun 2014. Saat ini aktif sebagai pengajar tetap pada Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas PGRI Banyuwangi dengan bidang minat kimia analitik dan monolith organik.

Emmistasega Subama Mangunang, M.Sc., lahir pada tanggal 7 Mei 1987, menyelesaikan S1 dari Universitas Lampung tahun 2010 pada bidang fisika material dan S2 dari Universitas Gadjah Mada tahun 2015 pada bidang fisika material. Saat ini aktif di sebagai peneliti pada Rumah Fisika Lampung.