

EFISIENSI ADSORPSI LOGAM Cu MENGGUNAKAN KOMPOSIT $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{KITOSAN}/\text{SiO}_2$ SEKAM PADI

Sri Hawa Thu Insan, Gilang Octo Ryaldi, Rindiyan, dan Verry Andre Fabiani^a

Jurusan Kimia, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB, Balunujuk, Merawang, Prov. Kepulauan Bangka Belitung, 33172

^aemail korespondensi: verry-andre@ubb.ac.id

ABSTRAK

Tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat yang banyak ditemukan dalam industri pertambangan, pengolahan air bersih, pemukiman, limbah maupun air lahan bekas tambang sebagai kontaminan. Adsorpsi logam berat pada air merupakan salah satu upaya untuk mengembalikan fungsi air sebagaimana mestinya dengan mengurangi kadar logam berat pada air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi adsorpsi logam Cu menggunakan komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$ sekam padi. Karakterisasi komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$ dilakukan dengan analisis XRD dan FTIR. Hasil analisis XRD menunjukkan adanya puncak difraksi Fe_3O_4 pada 2θ $30,36^\circ$; $35,52^\circ$; $43,23^\circ$; $57,47^\circ$; $62,86^\circ$. Hasil analisis FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi $-\text{NH}_2$ (Kitosan), Si-O (SiO_2), dan Fe-O (Fe_3O_4). Uji adsorpsi komposit terhadap ion Cu^{2+} menunjukkan nilai efisiensi adsorpsi terbesar pada penambahan SiO_2 0,75 gram yaitu 73,57 % .

Kata Kunci: Komposit, adsorpsi, logam Cu

PENDAHULUAN

Logam berat merupakan jenis pencemar yang sangat berbahaya dalam sistem lingkungan hidup karena bersifat tak dapat terbiodegradasi, toksik, serta mampu mengalami bioakumulasi dalam rantai makanan (Baig, 1999). Timbal, kadmium, kromium dan tembaga bersifat racun pada manusia dengan menyebabkan disfungsi ginjal, organ reproduksi, dan sistem saraf (Berman, 1980 dan Yong dkk, 1998). Logam tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat yang banyak ditemukan dalam industri pertambangan, pengolahan air bersih, pemukiman, limbah maupun air lahan bekas tambang sebagai kontaminan. Paparan logam berat Cu mengakibatkan iritasi, keracunan bahkan mengakibatkan kanker apabila di konsumsi terus menerus.

Adsorpsi logam berat pada air merupakan salah satu upaya untuk mengembalikan fungsi air sebagaimana mestinya dengan mengurangi kadar logam berat pada air. Salah satu material adsorben yang digunakan yaitu material yang bersifat magnetik karena menyebabkan tingkat *removal* tinggi terhadap kontaminan, efisiensi adsorpsi tinggi, cepat, dan mudah memisahkan adsorben dari larutan melalui medan magnet (Igder dkk, 2012).

Komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{kitosan}$ telah digunakan sebagai adsorben pada logam berat (Izak dkk, 2015), namun diketahui stabilitas mekanik dari $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{kitosan}$ masih rendah. Sifat fisik kitosan dan Fe_3O_4 yang kurang baik dapat diperbaiki apabila dimodifikasi pada permukaan silika. Salah satu sumber silika yang dapat mudah ditemui yaitu sekam padi.

Silika yang dihasilkan dari sekam padi merupakan produk samping yang paling banyak jika dibandingkan dengan limbah padi lainnya. Sekam padi mengandung sekitar 20% abu sekam dan dari abu sekam tersebut mengandung lebih dari 90% silika (Sapei dkk, 2012). Silika merupakan bahan pengemban atau bahan yang

dapat memberi lapisan penghalang dalam sintesis komposit salah satunya dalam sintesis komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ dimana silika digunakan karena relatif lebih stabil dan dapat mempertahankan efektifitas maupun fungsi dari komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$. Silika memiliki sifat fisik yang memungkinkan untuk dijadikan bahan pengemban atau lapisan penghalang karena stabil dan mempunyai luas permukaan yang tinggi (Fatimah dkk., 2014).

Berdasarkan permasalahan diatas, maka perlu adanya material adsorben yaitu berupa komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{kitosan}/\text{SiO}_2$. Adapun tujuan penelitian ini untuk mensintesis serta melihat karakterisasi dari komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{kitosan}/\text{SiO}_2$. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Wang dkk, 2018) dimana komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{kitosan}/\text{SiO}_2$ lebih efisiensi dalam kemampuan mengadsorpsi dan merupakan material yang lebih potensial dalam kinerja pemisahan magnetik.

METODE PENELITIAN

Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas *beaker*, erlenmeyer, kertas saring, labu ukur, neraca analitik, corong pisah, *oven*, pipet tetes, spatula, batang pengaduk, blender, *Hot plate*, botol sampel, ayakan, *magnetic stirrer*, *Aluminium foil*, spektrofotometer serapan atom (SSA), *fourier transform infrared* (FTIR), *X-ray diffraction* (XRD).

Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi, limbah cangkang kulit rajungan, FeCl_3 , FeSO_4 , Ammonia, parafin, *carboxy cellulose* (CMC) teknis, CH_2O 37 % pa merck KgaA, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 96 % teknis, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ teknis, CH_3COOH 99 % glasial, NaOH pa merck KgaA, HCl 37 % pa merck KgaA, $\text{CuSO}_4.5\text{H}_2\text{O}$ merck KgaA dan akuades.

Prosedur

Preparasi SiO₂ dari Sekam Padi

Penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Handayani dkk (2014). Sekam padi dikeringkan, kemudian diabukan dengan cawan porselen selama 4 jam pada suhu 700°C. Diayak dengan saringan 150 Mesh dan ekstraksi dengan NaOH 1 N pada suhu 80°C tambahkan HCl hingga pH 7.

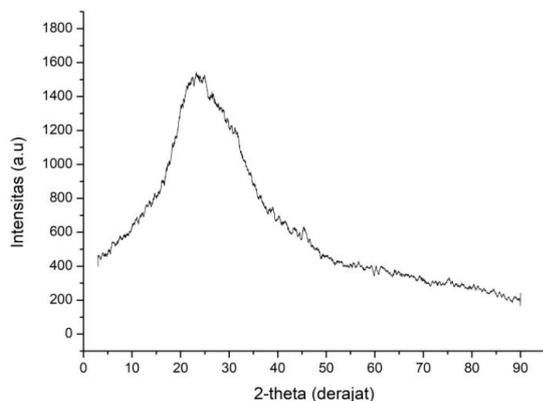
Sintesis Komposit Fe₃O₄/ kitosan/SiO₂

1 gram kitosan dilarutkan dalam 25 mL CH₃COOH. Tambahkan 95mg Fe₃O₄ dengan variasi 0,25; 0,5; dan 0,75 gram. Dispersi dengan *magnetic stirrer* selama 5 jam. Kemudian dispersi 5mL parafin dengan 0,5mL CMC 1% diaduk selama 5 jam dan tambahkan 5-6 mL CH₂O 37% aduk hingga terbentuk endapan. Cuci dengan aquades dan tanur dengan suhu 500°C selama 1 jam (Ma dkk. 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi SiO₂ Sekam Padi

Silika yang dihasilkan dalam penelitian ini merupakan silika yang berasal dari pemanfaatan limbah sekam padi. Sintesis SiO₂ dilakukan dengan mengekstraksi SiO₂ dari sekam padi yang dikalsinasi selama 4 jam pada suhu 700°C, yang bertujuan untuk menghilangkan fraksi organik dari sekam padi. Kemudian abu yang dihasilkan ditambahkan NaOH untuk menghasilkan larutan natrium silikat. Selanjutnya larutan natrium silikat ditambah dengan larutan HCl sehingga didapatkan silika (SiO₂) Berikut reaksi yang terjadi.



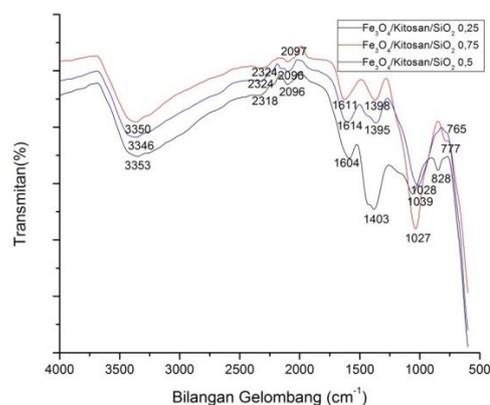
Gambar 1. Difraktogram SiO₂ Sekam Padi

Hasil analisis XRD silika dapat dilihat pada Gambar 1. yang menunjukkan bahwa terdapat puncak 2θ 22-23° yang menunjukkan adanya senyawa silika (Nuntiya, 2007). Krishnarao (1992) menyatakan bahwa puncak yang lebar dan landai menunjukkan bahwa silika memiliki struktur yang amorf.

Sintesis Komposit Fe₃O₄/ kitosan/ SiO₂

Pada sintesis komposit Fe₃O₄/ kitosan/ SiO₂ dilakukan dengan melarutkan 1 gram kitosan hasil isolasi dari cangkang rajungan dengan larutan CH₃COOH 1% dengan tujuan agar kitosan dapat tersuspensi dengan Fe₃O₄ (Noralia dkk, 2013). Pada tahap ini dihasilkan kitosan berbentuk gel berwarna putih kecoklatan yang selanjutnya ditambahkan Fe₃O₄ dan SiO₂ dengan campuran berubah menjadi berwarna

hitam. Fe₃O₄ berfungsi untuk menstabilkan sisi aktif permukaan komposit. Pada penelitian ini memvariasikan massa SiO₂ pada sintesis komposit Fe₃O₄/ kitosan/ SiO₂ yaitu 0,25 gram; 0,5 gram dan 0,75 gram yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh SiO₂ terhadap komposit Fe₃O₄/ kitosan/ SiO₂. Kemudian campuran ditambahkan CMC yang bertujuan untuk mengoptimalkan terbentuknya endapan. Selanjutnya campuran diemulsikan dengan parafin. Pada tahap ini memungkinkan terjadinya perenggangan rantai polimer akibat putusnya ikatan hidrogen. Selanjutnya campuran ditambahkan formaldehid yang berperan sebagai agen *crosslinker* (Fabiani dkk, 2019). Campuran tersebut kemudian diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* sampai campuran homogen. Kemudian campuran yang didapatkan dicuci menggunakan etanol untuk menghilangkan sisa pelarut pada komposit Fe₃O₄/ kitosan/ SiO₂. Komposit yang diperoleh di analisis menggunakan XRD dan FTIR untuk mengetahui fasa dan struktur serta gugus fungsi dari komposit Fe₃O₄/ kitosan/ SiO₂.

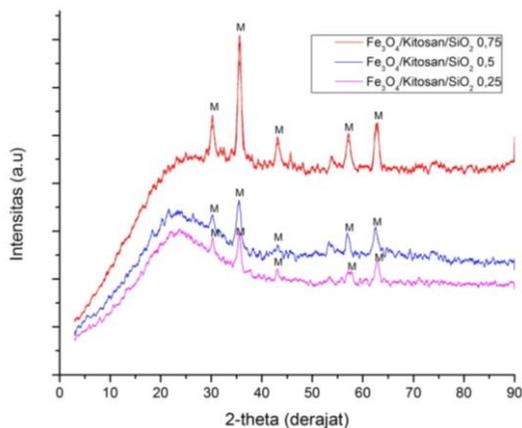


Gambar 2. Spektra FTIR Komposit Fe₃O₄/ kitosan/ SiO₂

Berdasarkan Gambar 2. spektra FTIR pada komposit Fe₃O₄/Kitosan/SiO₂ variasi 0,25 gram, 0,5 gram dan 0,75 gram memperlihatkan puncak serapan yang muncul pada bilangan gelombang 1039 cm⁻¹, 1028 cm⁻¹, 1027 cm⁻¹ dan bilangan gelombang 1403 cm⁻¹, 1395 cm⁻¹, 1398 cm⁻¹ yang menunjukkan vibrasi gugus Si-O dan tekuk gugus C-H (Silverstein dkk, 2015). Pada bilangan gelombang 3353 cm⁻¹, 3346 cm⁻¹, 3353 cm⁻¹ adanya vibrasi ulur gugus -NH₂ dari amina. Pada puncak serapan dari daerah 2318 cm⁻¹, 2324 cm⁻¹, 2324 cm⁻¹ dan 2096 cm⁻¹, 2096 cm⁻¹, 2097 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi ulur gugus NH yang menegaskan pula adanya kitosan pada komposit Fe₃O₄/Kitosan/SiO₂. Kemudian pada bilangan gelombang 878 cm⁻¹, 765 cm⁻¹, 777 cm⁻¹ menunjukkan keberadaan ikatan tetrahedral Fe-O dari Fe₃O₄. Hal ini menegaskan bahwa telah terbentuknya komposit Fe₃O₄/Kitosan/SiO₂.

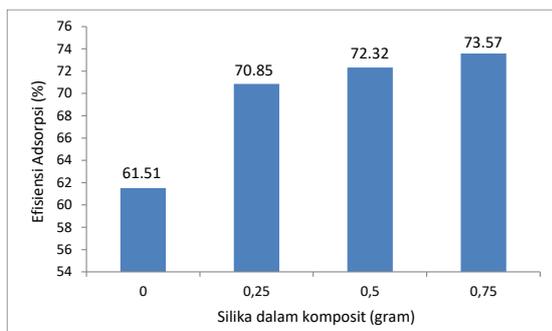
Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan bahwa adanya puncak-puncak pola difraksi komposit Fe₃O₄/Kitosan/SiO₂ pada 2θ 30,34°; 35,52°; 43,20°; 57,44°; 62,84° (Fe₃O₄/Kitosan/SiO₂ variasi silika 0,25 gram), 30,34°; 35,53°; 43,20°; 57,44°; 62,86° (Fe₃O₄/Kitosan/SiO₂ variasi silika 0,5 gram), 30,36°; 35,52°; 43,23°; 57,47°; 62,86° (Fe₃O₄/Kitosan/SiO₂

variasi silika 0,75 gram) yang bersesuaian dengan data difraktogram *Joint Committee on Powder Diffraction Standard* (JCPDS) Fe_3O_4 no 19-629. Penambahan massa silika pada $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$ mengakibatkan meningkatnya puncak intensitas dari komposit sehingga kristalinitas dari komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$ juga semakin meningkat (Zamani dkk, 2014). Difraktogram komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$ memperlihatkan bahwa intensitas tertinggi pada penambahan silika dengan variasi massa 0,75 gram. Berdasarkan Gambar 4. puncak-puncak pola difraksi untuk SiO_2 tidak teridentifikasi, hal ini dikarenakan sifat *hydrophobic* dari Fe_3O_4 yang tidak mudah dikemas dalam SiO_2 dan SiO_2 bertindak sebagai *template* (Taib dkk, 2015).



Gambar 3. Difraktogram $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$

Komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$ hasil sintesis di uji adsorpsi untuk menentukan nilai efisiensi adsorpsi. Penentuan efisiensi adsorpsi bertujuan untuk mengetahui kemampuan komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$ menyerap ion logam Cu (II).



Gambar 4. Persen Efisiensi Adsorpsi Komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$

Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan nilai efisiensi adsorpsi komposit dimana nilai adsorpsi optimum terjadi menggunakan komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$ dengan silika 0,75 gram dengan nilai efisiensi adsorpsi 73,57 % dan untuk nilai efisiensi adsorpsi terhadap ion logam Cu^{2+} menggunakan komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$ pada variasi penambahan silika 0,25 dan 0,5 gram yaitu sebesar 70,85 % dan 72,57 % sedangkan komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}$ tanpa penambahan SiO_2 memiliki efisiensi adsorpsi sebesar 61,51 %.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa karakteristik komposit

$\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$ dari hasil analisis XRD menunjukkan adanya fasa Fe_3O_4 dan berstruktur kristalin. Hasil analisis FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi $-\text{NH}_2$ (kitosan), $\text{Si}-\text{O}$ (SiO_2) dan $\text{Fe}-\text{O}$ (Fe_3O_4). Semakin besar komposisi silika pada komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$ menyebabkan intensitas dari komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Kitosan}/\text{SiO}_2$ semakin tinggi yang mengakibatkan kristalinitas komposit semakin meningkat. Intensitas tertinggi pada penambahan SiO_2 0,75 gram.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, dan Teknologi yang telah memberikan dana hibah Penelitian melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Riset Eksakta terhadap pelaksanaan penelitian ini dan kepada Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung atas pembiayaan publikasi artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Baig, T. H. (1999). Adsorption of Heavy Metal Ions by The Biomass of *Solanum Elaeagnifolium* (Silverleaf Nightshade). *Proceeding of the 1999 Conference on Hazardous Water Waste Research*: 131-142.
- Berman, E. (1980). *Toxic Metals and Their Analysis*. United Kingdom: John Wiley and Sons Canada.
- Fabiani, V.A., Julianti, E., Samsiar, A. (2019). The Adsorption Efficiency of Lead From Post-Tin Mining Ater Using Nanomagnetic $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Chitosan}$ *Portunus Pelagicus* Shells. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. Vol 1, No 1.
- Fatimah, N., Prasetya, A. T., dan Sumarni, W. (2014). Penggunaan Silika Gel Terimobilisasi Biomassa *Aspergillus niger* untuk Adsorpsi Ion Logam Fe (III). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(3).
- Handayani, Prima Astuti., Eko Nurjanah dan Wara Dyah Peta Rengga. (2014). Pemanfaatan Limbah Sekam Padi menjadi Silika Gel. *Jurnal bahan alam terbarukan*.
- Igder, A., Rahmani, A., Fazlavi, A., Azqhandi, M., dan Omidi, H. (2012). Box Behnken Design of Experiments Investigation for Adsorption of Cd onto carboxymethyl Chitosan Magnetic Nanoparticles. *Journal of Mining & Environment*. 3(1):51-59.
- Isak, D., Astuti, S.D dan Estioningsih, Y. (2015). Remediasi Air Terkontaminasi Logam Berat dengan Nanopartikel Magnetik-Kitosan. *Jurnal Fisika dan Terapannya*. 3(3):37-48.
- Krisnarao, R.V., J. Subrahmanyam dan T. J. Kumar (2001). Studies on The Formation of Black Particles in Rice Husk Silica Ash. *Journal of European Ceramic Society*. 21:99-104.
- Ma W., Dai J., Dai X., dan Yan Y. (2014). Preparation and Characterization of Chitosan/Clay/ Fe_3O_4 Magnetic Microspheres and Their Application for The Removal of Ciprofloxacin. *Journal of Adsorption Science and Technology*. Vol. 32. No. 10.776-777.

- Noralia, E. dan D.K. Maharani. (2013). Filtrasi Ion Logam Cr^{6+} Dengan Membran Komposit Kitosan-Silika. *UNESA Journal Of Chemistry*. 2 (1):24-28.
- Nuntiya, N.T.a.A. (2007). Preparation of Nanosilica Powder From Rice Husk Ash by Precipitation Method.
- Sapei, L., Miryanti, A., dan Widjaja, L. B. (2012). Isolasi dan Karakterisasi Silika dari Sekam Padi dengan Perlakuan Awal Menggunakan Asam Klorida. *Proceedings The First Symposium in Industrial Technology: Peran Dan Profesionalisme Ahli Teknik Dalam Pembangunan Ekonomi*, 1.
- Silverstein, R. M., F.X. Webster, dan D. Kiemle. (2015). *Spektrometric Identification of Organic Compounds*, 7 th ed., John Wiley. New York.
- Taib, Suryani dan Edi Suharyadi. (2015). Sintesis Nanopartikel Magnetite (Fe_3O_4) dengan Template silika (SiO_2) dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 5 (1).
- Wang, W. J., Cui, Q. Y., Qin, T., dan Sun, H. H. (2018). Preparation of $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ chitosan for the adsorption of malachite green dye. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 186(3), 12014.
- Yong,H., Lee,W. T., Lawrence,D.A. (1998). Differential Effects of Lead andcAM Pon Development and Activities of Th-1 and Th-2 Lymphocytes.*ToxicologicalSciences*. 43:172-175.
- Zamani, Farzad. (2014). Polyvinyl amine coated $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ magnetic microspheres for Knoevenagel condensation. *Dalian Institute of Chemical Physics*. Chinese academy.