

## Nanofikasi Fraksi Tanah Gambut untuk Modifikator Nanomagnetit/AH-Kitosan sebagai Kandidat Penanggulangan Pencemaran Zat Warna

**Ngatijo\*<sup>1</sup>, Restina Bemis<sup>1</sup>, Mahya Ihsan<sup>1</sup>, Nurul Gusmaini<sup>1</sup>, Salim Hidayat<sup>1</sup>, Rahmat Basuki<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Kimia, Fakultas MIPA Militer, Universitas Pertahanan, Bogor, Indonesia

e-mail korespondensi: \*[tijo52@yahoo.co.id](mailto:tijo52@yahoo.co.id)

Diterima: 24 November 2020/ Disetujui: 18 Desember 2020/ Dipublikasi online: 14 Januari 2021

DOI: <https://doi.org/10.22437/chp.v5i2.11105>

### ABSTRACT

*The nanomagnetite/HA-Chitosan adsorbent has been successfully synthesized by the co-precipitation method. HA was synthesized from the peat soils of Geragai village, Tanjung Jabung Timur, Jambi province and chitosan isolated from sea crab (Brachyura) dan shrimp (Penaeus) shell waste around the city of Jambi. The results of FT-IR analysis showed that nanomagnetite/AH-chitosan has a spectra which was combination of the characteristic spectra of magnetite, HA and chitosan. Morphological analysis using SEM showed that nanomagnetite/AH-chitosan was in the form of fractal agglomerates. TEM image of magnetite/AH-chitosan showed that magnetite/AH-chitosan has nano scale magnetite core particles with a size between 4-22 nm. Crystallinity analysis showed that magnetite/AH-chitosan has  $2\theta$  characteristics of magnetite i.e.,  $30.1^\circ$ ,  $35.4^\circ$ ,  $43.1^\circ$ ,  $57.0^\circ$ ,  $62.68^\circ$  and  $74.5^\circ$ . The magnetic saturation strength ( $M_s$ ) decreased from 80.23 (magnetite) to 30.63 (magnetite/AH-chitosan) due to the coating of AH-chitosan on magnetite which was still effectively attracted by the external magnet with 96% effectiveness of adsorption of 25 mL Methylene Blue 10 mg/L.*

*Keywords: peat soil fraction, nanomagnetite/HA-chitosan, dye contamination*

### ABSTRAK

*Telah berhasil disintesis adsorben nanomagnetit/AH-Kitosan dengan metode ko-presipitasi. AH disintesis dari tanah gambut desa Geragai, Tanjung Jabung Timur, provinsi Jambi dan kitosan bersal dari limbah cangkang kepiting laut (Brachyura) dan udang (Penaeus) di sekitar kota jambi. Hasil analisis FT-IR menunjukkan bahwa nanomagnetit/AH-Kitosan memiliki spektra yang merupakan gabungan spektra khas dari magnetit, AH dan kitosan. Analisis morfologi menggunakan SEM menunjukkan bahwa nanomagnetit/AH-Kitosan berbentuk aglomerat fraktal. Citra TEM dari magnetit/AH-kitosan memperlihatkan bahwa magnetit/AH-kitosan memiliki inti partikel magnetit berskala nano dengan ukuran antara 4-22 nm. Analisis kristalinitas menunjukkan magnetit/AH-kitosan memiliki  $2\theta$  khas magnetit yaitu  $30,1^\circ$ ,  $35,4^\circ$ ,  $43,1^\circ$ ,  $57,0^\circ$ ,  $62,68^\circ$  dan  $74,5^\circ$ . Kekuatan saturasi magnet ( $M_s$ ) menurun dari 80.23 (magnetit) menjadi 30.63 (magnetit/AH-kitosan) akibat penyalutan AH-kitosan pada magnetit yang masih efektif ditarik magnet dengan efektivitas 96% adsorpsi 25 mL Methylene Blue 10 mg/L.*

*Kata kunci: fraksi tanah gambut; nanomagnetit/AH-kitosan; pencemaran zat warna*

### PENDAHULUAN

Makin meningkatnya penggunaan zat warna pada berbagai industri, seperti pangan dan tekstil, meninggalkan masalah lingkungan yang harus ditanggulangi (Marfania, 2019). Sejauh ini, penanggulangan zat warna batik (khususnya zat warna dari pigmen Rhodamine B dan Methylene Blue) masih kurang, sehingga dalam jangka panjang jika tidak dilakukan tindakan secara tepat maka akan mencemari perairan baik air tanah maupun sungai. Zat

warna dapat menghambat transmisi cahaya matahari sehingga mengurangi aktivitas fotosintesis, khususnya makhluk hidup yang ada di dasar perairan dan berubah menjadi racun jika pada perairan tersebut terdapat logam dan klorin. Masalah ini semakin diperparah karena kebanyakan zat warna secara biologis sulit untuk diuraikan sehingga zat warna harus disingkirkan atau dikurangi dari lingkungan perairan.

Berbagai metode telah dilakukan untuk menghilangkan zat warna antara lain: oksidasi kimia dengan ozon, bioremediasi anaerobik, adsorpsi, dan lain-lain. Diantara metode-metode tersebut, proses adsorpsi merupakan salah satu metode yang efektif untuk menghilangkan zat warna dari limbah cair. Dasar dari metode adsorpsi adalah interaksi gugus fungsi pada permukaan adsorben (seperti -COOH, -OH fenolat, -OH alkoholat, -NH, dan -SH) dengan ion logam (Stevenson, 1994).

Beberapa adsorben yang sering dipakai untuk mengurangi ion logam dalam perairan adalah karbon aktif (Aljeboree et al., 2017), oksida logam (Mohan et al., 2019), bentonit (Mo et al., 2018), kitin (Tripathi & Rawat Ranjan, 2015), kitosan (Lasindrang, 2014), resin penukar (O'Reilly et al., 2018), tanah diatome (Yustinah et al., 2020), dan asam humat (Basuki et al., 2017c, 2018; Ngatijo et al., 2020). Beberapa material diatas, seperti resin penukar memiliki efektifitas yang tinggi namun mahal, sedangkan material lain, seperti tanah diatome, alumina, dan bentonit harganya murah, namun kurang efektif (Basuki et al., 2017b). Karbon aktif dan senyawa humat menjadi pilihan yang menjanjikan karena selain murah dan efektif, senyawa humat juga mudah didapat terutama untuk daerah dengan lahan gambut yang luas (Basuki et al., 2017a, 2017b; Kustomo et al., 2019).

Provinsi Jambi merupakan wilayah yang memiliki kondisi ekosistem beragam, mulai dari hutan hujan tropis, pesisir dan rawa gambut. Luas lahan rawa gambut Provinsi Jambi adalah 621.089 ha atau sekitar 9,65% dari luas gambut di Sumatera (Sumarna, 2008). Tanah rawa gambut sebagian besar hanya menjadi lahan tidur dan belum dimanfaatkan karena sifat gambut yang sangat masam dan miskin hara, sehingga tidak cocok sebagai lahan pertanian/perkebunan. Karena luasnya lahan rawa gambut ini menjadikan asam humat mudah didapatkan dan menjadi potensi daerah yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan lain.

Efektifitas asam humat sebagai fraksi dari tanah gambut disebabkan karena asam humat yang kaya akan gugus fungsi yang didominasi oleh -COOH dan -OH fenolat hasil dari pelapukan biomassa yang merupakan tanap akhir dari suatu peruraian biomassa (Sudiono et al., 2017). Walaupun memiliki efektifitas yang tinggi, penggunaan asam humat (AH) dan asam fulvat (AF) murni sebagai adsorben memiliki beberapa kelemahan diantaranya, (i) stabilitas yang rendah pada perubahan keasaman medium; (ii) stabilitas yang rendah pada perubahan kekuatan ion medium; (iii) terjadi aglomerasi pada keasaman tinggi/pH rendah karena terbentuknya ikatan hidrogen antar maupun dalam molekul sehingga mengurangi jumlah dan efektifitas gugus fungsional yang dapat berinteraksi dengan ion logam (Santosa et al., 2019).

Kelemahan AH di atas dapat diatasi dengan cara menautsilangkan pada suatu padatan pendukung yang mempunyai stabilitas tinggi terhadap perubahan pH dan kekuatan ionik, serta memiliki luas permukaan yang besar. Material yang memenuhi kriteria tersebut salah satunya adalah kitin, kitosan dan magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Pengikatan AH pada  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  telah dilakukan oleh Koesnarpadi et al. (2017) dengan hasil  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AH}$  yang lebih stabil pada pH basa dan adsorben mudah ditarik kembali dengan magnet pasca adsorpsi (Koesnarpadi et al., 2017). Pengikatan AH dengan kitin (AH-kitin) terbukti meningkatkan kestabilan, kapasitas adsorpsi dan kecepatan adsorpsi, namun pemisahan pasca adsorpsi masih dilakukan dengan kertas saring (Santosa et al., 2008). Pengikatan magnetit/AH-Kitosan sebagai adsorben memungkinkan terjadinya kontak yang lebih efektif antara adsorben dengan zat warna (adsorbat) sehingga dapat menghasilkan kapasitas dan kecepatan adsorpsi yang lebih besar.

Potensi Jambi yang memiliki lahan gambut yang luas dan limbah cangkang hewan laut yang tinggi sangat besar untuk mensintesis adsorben yang murah, mudah, dan memiliki performa yang baik. Nanofikasi (mengecilkan ukuran AH karena tersalut pada  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  berukuran 1-100 nm) fraksi gambut ini sangat menjanjikan sebagai salah satu solusi mengatasi pencemaran lingkungan oleh zat warna di perairan karena ukuran nano akan membuat luas permukaan adsorben lebih besar sehingga memperbesar kapasitas adsorpsi zat warna. Fraksi gambut yang dimaksud adalah asam humat (AH) sebagai modifikator nanomagnetit menjadi material adsorben yang memiliki performa adsorpsi yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan sintesis dan karakterisasi nanomagnetite/AH-kitosan serta potensi aplikasinya sebagai adsorben zat warna methylene blue.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Bahan kimia**

Asam humat diperoleh dari ekstrak tanah gambut yang diambil di daerah Tanjung Jabung Timur dari lapisan tanah di bawah genangan air kira-kira 10 cm dari lapisan tanah paling atas. Cangkang kepiting berasal dari limbah berbagai warung restoran seafood di Jambi. Peneliti menggunakan bahan-bahan kimia berkualitas analitik produksi E. Merck, meliputi: NaOH, HCl,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , Metylene blue (MB), indikator universal, kertas saring Whatman 42, aquabides, dan aquades.

### **Instrumentasi**

Alat-alat utama meliputi mortar, ayakan 100 mesh, neraca analitik, centrifuge, shaker, stirrer, oven, pH meter, satu set penyaring buchner, pengaduk magnet, dan furnace. Instrumen analisis terdiri dari *Fourier Transform Infrared* (Shimadzu Prestige 21), *UV-Vis Spectrophotometer* (GBC Cintra 2020), *Vibration Sample Magnetometer (VSM)*, *Particle Size Analyzer (PSA)* dan *X-Ray Diffraction (XRD)*. Peralatan penunjang berupa gelas ukur, labu takar, erlenmeyer, gelas kimia, kaca arloji, pipet tetes, pipet volume, pipet ukur, corong, dan botol konikel.

### **Ekstraksi asam humat**

Ekstraksi Asam Humat didasarkan pada rekomendasi IHSS (*International Humic Substance Society*) (Stevenson, 1994). Air gambut diasamkan sampai pH 1 dengan HCl 4 M, didiamkan selama 24 jam, lalu disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan Asam Humat yang mengendap. Pemurnian asam humat dilakukan dengan HCl/HF. asam humat hasil pemurnian kemudian dianalisis dengan FT-IR.

### **Isolasi kitosan**

Isolasi kitosan dari cangkang kepiting dilakukan menurut metode No et al., (1989) yang terdiri atas langkah, yaitu deproteinasi dan demineralisasi. deproteinasi dilakukan dengan merefluks cangkang kepiting dalam larutan NaOH 3,5% (b/v) pada suhu 65 °C. Hasil refluks didinginkan, residu disaring dan dicucudengan akuades hingga pH netral, kemudian dikeringkan. Cangkang kepiting yang telah bebas protein dimasukkan ke dalam HCl 1 M dan diaduk selama 30 menit pada suhu kamar, kemudian disaring dan dicuci dengan akuades hingga pH netral. Pengerinan dilakukan pada suhu 60 °C. Kitin yang terbentuk dikarakterisasi dengan FTIR dan dibandingkan dengan FTIR dari kitin murni.

Konversi kitin menjadi kitosan atau sering disebut sebagai deasetilasi kitin dapat dilakukan secara kimia dengan menggunakan basa kuat pekat panas berdasarkan metode No dan Meyers. Sebanyak 30 g serbuk kitin dicampurkan dengan 300 mL larutan NaOH 50%, kemudian dipanaskan pada 100 °C selama 6 jam. Selanjutnya campuran disaring dengan kertas saring Whatman 40, residu kitosan dikeringkan dalam oven sampai bobotnya konstan yang kemudian dikarakterisasi dengan FTIR.

### **Pembuatan adsorben AH-Kitosan**

Sebanyak 40 g kitosan dimasukkan ke dalam 250 mL HCl 0,5 M hingga terbentuk larutan yang sangat kental (kitosan teraktivasi). Kitosan teraktivasi selanjutnya direaksikan dengan 4 g AF dalam 500 mL NaOH 0,5 M. Reaksi dijalankan selama 24 jam sambil diaduk padatan yang terbentuk dipisahkan, disaring, dan dikeringkan pada 40 °C hingga beratnya konstan. AH-Kitosan yang terbentuk dikarakterisasi dengan FTIR.

### **Sintesis nanomagnetit/AH-Kitosan**

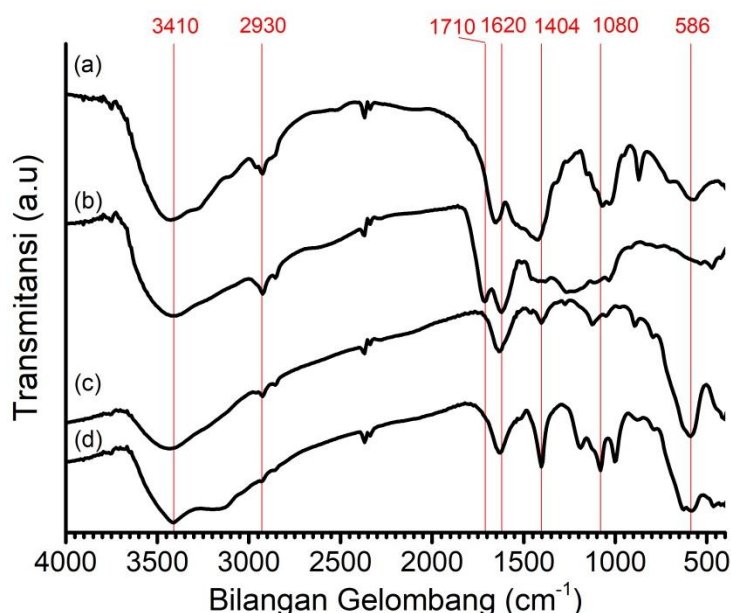
Nanomagnetit/AH-kitosan disintesis melalui metode ko-presipitasi menggunakan rasio massa yang berbeda yaitu nanomagnetit : kitosan-HA 1:2. 1,525 g  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dan 1,05 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dilarutkan dalam 25 mL air suling dan dipanaskan sampai 90°C (Liu et al., 2008).  $\text{NH}_4\text{OH}$  25% ditambahkan ke dalam larutan campuran sampai pH 11 dan kemudian 0,25 g AH-Kitosan ditambahkan dengan cepat dalam 1 M NaOH dan 12,5 mL air suling. Campuran diaduk pada 90°C selama 30 menit dan kemudian didinginkan sampai suhu kamar. Sedimen hitam dihasilkan yang kemudian dipisahkan dari larutan dan dicuci untuk menetralkan menggunakan air suling.

Karakterisasi nanomagnetit/AH-Kitosan dilakukan menggunakan Shimadzu 8201 PC spektrofotometer IR (FT-IR). Struktur kristal dianalisis dengan menggunakan Shimadzu difraksi sinar-X (XRD) dan menggunakan Cu K $\alpha$  radiasi ( $\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$ ) dioperasikan pada 40 kV dan 30 mA. Vibrasi sampel pada magnetometer digunakan untuk mengukur kurva magnetisasi dari data VSM.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses ekstraksi dan pemurnian asam humat (AH) mengacu pada prosedur (Stevenson, 1994) menggunakan atmosfer udara ambien pada suhu dan tekanan kamar. Secara fisik asam humat yang dihasilkan memiliki tampilan fisik dan tekstur lembut yang mirip dengan asam humat tanah gambut yang lain dengan warna hitam pekat. Menurut teori polifenol yang dikemukakan oleh Flaig (1975) dalam Stevenson, (1994), langkah pertama pembentukan asam humat adalah pemecahan seluruh biopolimer (termasuk lignin) menjadi monomernya. Kemudian rantai samping monomer mengalami demetilasi dan oksidasi menghasilkan polifenol yang kemudian diubah menjadi kuinon oleh enzim polifenoloksidase. Kuinon yang terbentuk ini kemudian bereaksi dengan senyawa yang mengandung nitrogen membentuk polimer yang berwarna hitam. Senyawa berwarna hitam ini dikenal dengan senyawa humat. Teori ini menguatkan bahwa zat hasil ekstraksi pada penelitian ini merupakan asam humat.

Karakterisasi gugus fungsional AH dilakukan dengan membandingkan spektra serapan IR AH dengan referensi dari Stevenson. Hasil spektra FTIR AH menunjukkan terdapat kemiripan dengan AH dari tanah gambut Stevenson (1994). AH menunjukkan serapan lebar pada daerah  $3300\text{-}3400 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan ikatan hidrogen gugus O-H (Gambar 1). Pada keadaan tak terganggu gugus OH akan menyerap di dekat  $3600 \text{ cm}^{-1}$ , tetapi jika terganggu misalnya oleh ikatan hidrogen maka frekuensi menjadi berkurang dan puncak menjadi lebar. Serapan pada daerah  $2940\text{-}2900 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi ulur C-H alifatik. Serapan pada daerah  $1725\text{-}1710 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi ulur C=O dari COOH. Pada kasus tertentu, ditemukan puncak baru pada daerah sekitar  $1400 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan serapan ion karboksilat ( $-\text{COO}^-$ ). Hal ini menunjukkan bahwa gugus C=O pada asam humat tersebut masih berinteraksi dengan sesuatu seperti logam-lempung karena belum dimurnikan. Serapan pada daerah  $1625\text{-}1620 \text{ cm}^{-1}$  mengidentifikasi adanya  $-\text{C}=\text{C}-$  aromatik dan cincin aromatik yang dibentuk oleh ikatan hidrogen gugus OH dan C=O gugus kuinon. Serapan pada daerah  $1280\text{-}1200 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi tekuk OH dan vibrasi ulur C-O dari COOH. Kelima daerah serapan ini ( $3400$ ,  $2900$ ,  $1720$ ,  $1600$ , dan  $1200 \text{ cm}^{-1}$ ) merupakan serapan khas asam humat (Stevenson, 1994; Stevenson & Goh, 1974).

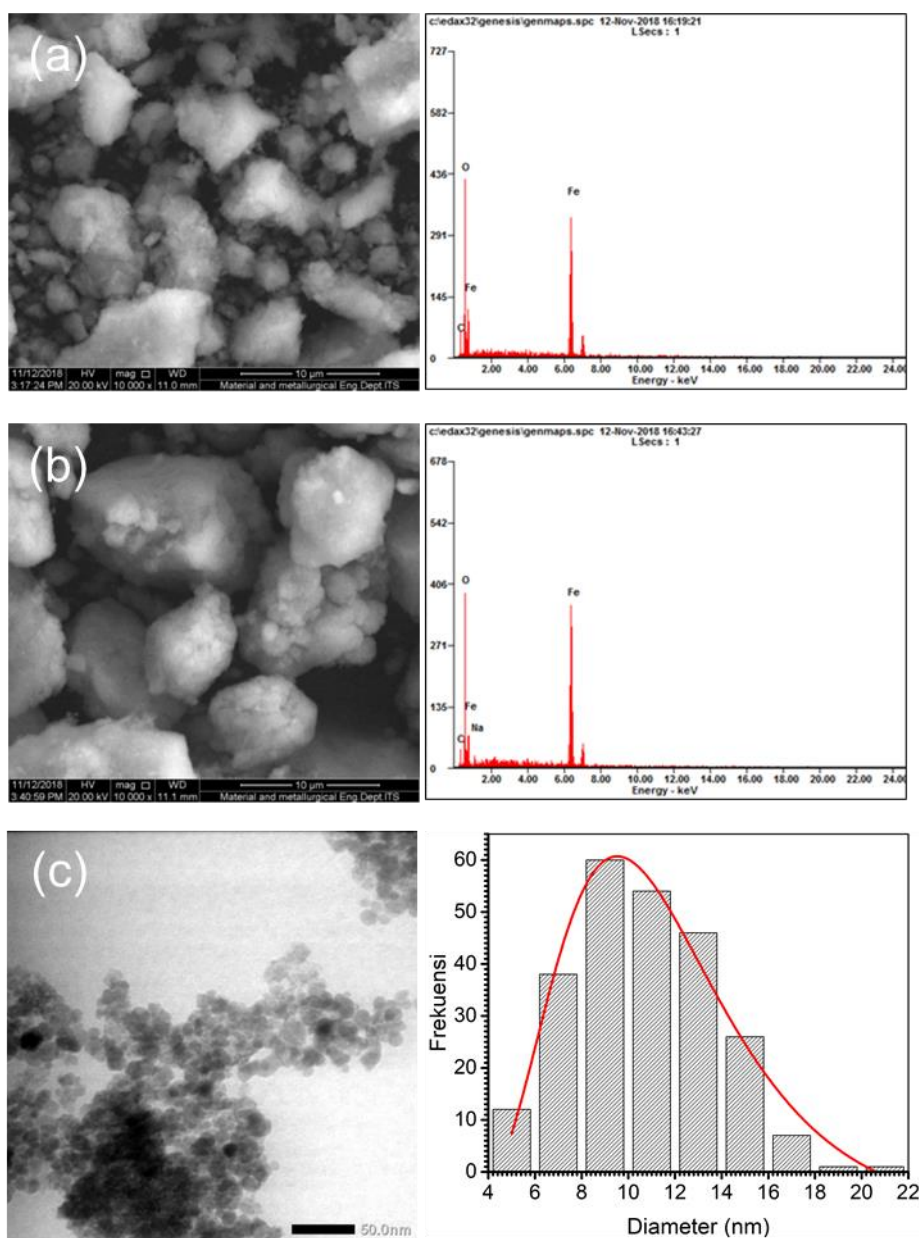


**Gambar 1** Spektra FTIR (a) Kitosan, (b) AH, (c) magnetite, dan (d) nanomagnetite/AH-kitosan

Pada penelitian ini, magnetit berhasil dilapisi dengan AH-kitosan dengan metode kopresipitasi dalam medium basa pada pH 11 dan dipanaskan pada  $90^{\circ}\text{C}$  selama 60 menit. Interaksi HA-kitosan dan magnetit dapat dilakukan di bawah kondisi asam/basa karena Magnetit bersifat amfoter sehingga dapat menyeimbangkan muatan dalam reaksi protonasi dan deprotonasi di permukaan Fe-OH (Peng et al., 2012). Di atas pH  $pZc$ , muatan permukaan magnetit akan bersifat negatif sehingga pengikatan AH-kitosan pada magnetit dalam kondisi basa didominasi oleh interaksi antara AH-kitosan dan magnetit, yaitu reaksi pertukaran ligan dengan permukaan hidroksil.

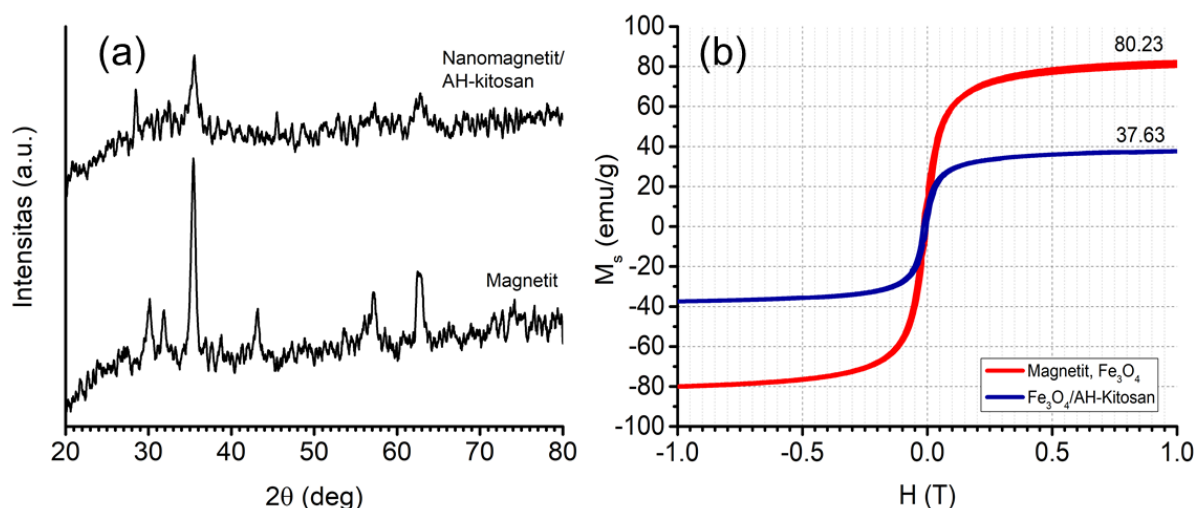
Analisis spektroskopi AH, magnetit dan magnetit/AH-kitosan ditunjukkan Gambar 1. Spektra FTIR AH menunjukkan adanya O-H peregangan getaran pada  $3425\text{ cm}^{-1}$ , jumlah gelombang  $1720$  dan  $1629\text{ cm}^{-1}$  dikaitkan dengan C=O peregangan getaran pada COOH dan  $\text{COO}^{-}$  asimetris peregangan getaran dan getaran C=C peregangan aromatik masing-masing. Baik magnetit dan magnetit/AH-kitosan berpusat pada  $586\text{ cm}^{-1}$  dikaitkan dengan peregangan getaran ikatan Fe-O. Lapisan dari AH-kitosan pada magnetit yang terlihat dari serapan C=O pada  $1404\text{ cm}^{-1}$ , menunjukkan bahwa anion karboksilat berinteraksi dengan permukaan magnetit sebagai vibrasi C=O dalam karboksilat bebas asam dan ini menunjukkan bahwa kelompok karboksilat memang memainkan peran penting dalam ikatan antara AH-kitosan dan magnetit dalam membentuk magnetit/AH-kitosan.





**Gambar 2** Morfologi dari (a) citra SEM-EDX magnetite 10.000 $\times$ ; (b) citra SEM-EDX nanomagnetit/AH-kitosan 10.000 $\times$ ; dan (c) citra TEM dari nanomagnetit/AH-kitosan dan distribusi ukuran partikelnya.

Analisis SEM magnetit dan magnetit/AH-kitosan ditunjukkan pada Gambar 2. Dari gambar tersebut, terlihat magnetit berbentuk fraktal yang merupakan bentuk aglomerasi dari magnetit. Pelapisan AH pada Magnetit menghasilkan ukuran partikel yang lebih besar karena adanya tambahan lapisan pada permukaan magnetit. Analisis Energy Dispersive X-ray (EDX) menunjukkan bahwa magnetit (Gambar 2) memiliki komposisi Fe (79.28 %), O (26 %), dan sebagian kecil C (3 %). Pelapisan AH-kitosan pada  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  membentuk magnetit/AH-kitosan terlihat menurunkan komposisi Fe dan O masing-masing menjadi 68.79 % dan 21 %, dan meningkatkan C menjadi 6%. Hal ini menunjukkan keberhasilan pelapisan AH-kitosan pada magnetit.



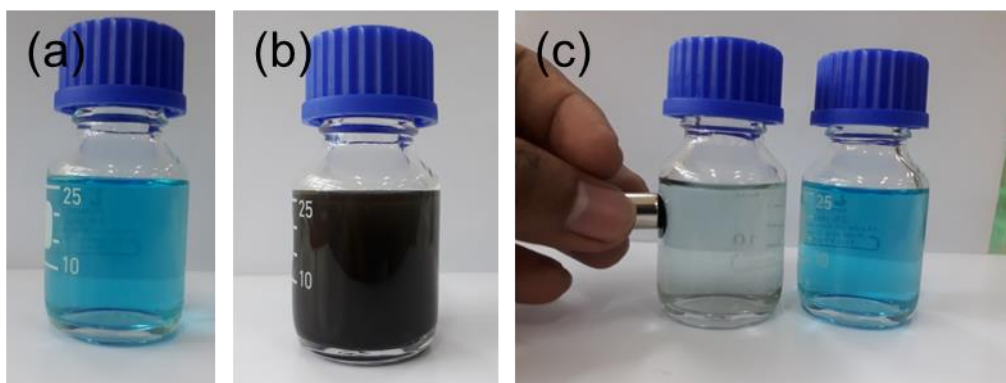
**Gambar 3** (a) Difraktogram dari magnetit/AH-kitosan dan magnetit yang menunjukkan bahwa Magnetit/AH memiliki inti magnetit dilihat dari kesamaan puncak  $2\theta$ , dan (b) Kurva *histerisis loop* pengukuran kekuatan magnet dari magnetit dan magnetit/AH-kitosan hasil sintesis.

Gambar 2b menunjukkan citra TEM dari magnetit/AH-kitosan yang disintesis. Terlihat bahwa magnetit/AH-kitosan memiliki inti partikel magnetit berskala nano dengan ukuran antara 4-22 nm (diolah menggunakan software Image-J), walaupun seluruh permukaan magnetit/AH-kitosan berada dalam bentuk agregat tanpa ukuran dan bentuk fraktal yang tidak seragam. Penelitian Liu et al. (2008) menunjukkan bahwa analisis ukuran partikel laser menunjukkan ukuran hidrodinamik rata-rata sekitar 140 nm untuk partikel magnetit/AH juga menunjukkan agregasi yang tersuspensi dalam larutan. Illés et al. (2006) juga mengamati bahwa partikel magnetit dengan ukuran primer sekitar 10 nm yang teragregasi membentuk ukuran fraktal yang tidak seragam. Suspensi berair dari agregat yang telah disiapkan dengan ukuran rata-rata 120 nm dalam larutan sol, partikel magnetit memiliki nilai rata-rata yang lebih besar (250 nm) dan rentang ukuran hidrodinamik yang lebih luas (160-366 nm) dibandingkan dengan magnetit/AH (140 nm, 104-189 nm) meskipun kedua material ini memiliki ukuran primer yang hampir sama (Peng et al., 2012). Hasil ini dengan jelas menunjukkan bahwa pelapisan Magnetit dengan AH secara efisien mengurangi agregasi magnetit.

Pengukuran XRD digunakan untuk mengidentifikasi kristalinitas suatu produk. Pola XRD AH adalah amorf (Gambar 3a). Sementara itu, magnetit dan magnetit/AH-kitosan menunjukkan difraksi serupa puncak pada  $2\theta = 30,1^\circ, 35,4^\circ, 43,1^\circ, 57,0^\circ, 62,68^\circ$  dan  $74,5^\circ$ . Puncak XRD sesuai dengan karakteristik puncak dari struktur spinel kubik terbalik (JCPDS 65-3107) (Krisbiantoro et al., 2017). Penelitian Koesnarpadi et al. (2017) menunjukkan hasil pengukuran yang spesifik magnetisasi saturasi ( $M_s$ ) Magnetit adalah 71,25 emu/g dan Magnetit/HA dengan rasio massa masing-masing 20:1, 10:1, 10:2, 10:3 adalah 63,31, 57,80, 46,20 dan 38,39 emu/g. Penyalutan AH pada Magnetit mempengaruhi sifat magnetik dari adsorben. Pada penelitian ini, magnetisasi saturasi ( $M_s$ ) menurun dari 80.23 menjadi 30.63 akibat penyalutan AH pada magnetit (Gambar 3b).



Walau demikian, kekuatan magnet dari magnetit/AH-kitosan masih efektif untuk pemisahan adsorben dan adsorbat menggunakan magnet eksternal pasca adsorpsi.



**Gambar 4** (a) larutan methylene blue (MB) 10 mg/L pra-adsorpsi, (b) pencampuran 20 mg Magnetit/AH pada 25 mL larutan (MB), (c) Pengambilan kembali Magnetit/AH dengan magnet eksternal.

Percobaan adsorpsi Magnetit/AH pada methylene blue dengan penarikan kembali Magnetit/AH pada larutan methylene blue berhasil dilakukan dalam waktu kurang dari 2 menit dan methylene blue terlihat terikat pada Magnetit/AH setelah adsorpsi selesai (Gambar 5). Persen adsorpsi Methylene Blue (MB) oleh nanomagnetit/AH-kitosan yang dihitung dengan persamaan (1) menunjukkan hasil yang cukup tinggi yaitu 96 % dari konsentrasi awal methylene blue 10 mg/L.

$$\% \text{ adsorpsi} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\% \quad (1)$$

## KESIMPULAN

Nanofikasi fraksi tanah gambut (asam humat, AH) telah berhasil dilakukan berdasarkan analisis distribusi partikel inti magnetit dari citra TEM yang dioalh menggunakan software Image-J yaitu 2-22 nm. Sementara itu morfologi nanomagnetit/AH-Kitosan berbentuk fraktal yang teraglomerasi. Analisis kristalinitas menunjukkan magnetit/AH-kitosan memiliki  $2\theta$  khas magnetit yaitu  $30,1^\circ$ ,  $35,4^\circ$ ,  $43,1^\circ$ ,  $57,0^\circ$ ,  $62,68^\circ$  dan  $74,5^\circ$ . Kekuatan saturasi magnet ( $M_s$ ) menurun dari 80.23 (magnetit) menjadi 30.63 (magnetit/AH-kitosan) akibat penyalutan AH-kitosan pada magnetit yang masih efektif ditarik magnet dengan efektivitas 96% adsorpsi 25 mL Methylene Blue 10 mg/L.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Jambi melalui LPPM dengan skema penelitian gambut Universitas Jambi yang telah membiayai penelitian ini (No Kontrak: 453/UN21.18/PG/SPK/2020, tanggal 20 April 2020).

## DAFTAR PUSTAKA

Aljeboree, A. M., Alshirifi, A. N., & Alkaim, A. F. 2017. Kinetics and equilibrium study for the adsorption of textile dyes on coconut shell activated carbon. *Arabian Journal of*

*Chemistry 10*: S3381--S3393.

- Basuki, R., Ngatijo, Santosa, S. J., & Rusdiarso, B. 2018. Comparison the new kinetics equation of noncompetitive sorption Cd(II) and Zn(II) onto green sorbent horse dung humic acid (HD-HA). *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis* 13(3): 475–488.
- Basuki, R., Santosa, S. J., & Rusdiarso, B. 2017. Ekstraksi adsorben ramah lingkungan dari matriks biologi: asam humat tinja kuda. *Chempublish Journal* 2(1): 13–25.
- Basuki, R., Santosa, S. J., & Rusdiarso, B. 2017. The novel kinetics expression of Cadmium (II) removal using green adsorbent horse dung humic acid (HD-HA). *AIP Conference Proceedings* 1823(Maret): 1-10.
- Illés, E., & Tombácz, E. 2006. The effect of humic acid adsorption on pH-dependent surface charging and aggregation of magnetite nanoparticles. *Journal of Colloid and Interface Science* 295(1): 115–123.
- Koesnarpadi, S., Santosa, S. J., Siswanta, D., & Rusdiarso, B. 2017. Humic acid coated Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticle for phenol sorption. *Indonesian Journal of Chemistry* 17(2): 274–283.
- Krisbiantoro, P. A., Santosa, S. J., & Kunarti, E. S. 2017. Synthesis of fulvic acid-coated magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-FA) and its application for the reductive adsorption of [AuCl<sub>4</sub>]<sup>-</sup>. *Indonesian Journal of Chemistry* 17(3): 453–460.
- Kustomo, K., & Santosa, S. J. 2019. Studi kinetika dan adsorpsi zat warna kation (metilen biru) dan anion (metil orange) pada magnetit terlapis asam humat. *Jurnal Jejaring Matematika Dan Sains* 1(2): 64–69.
- Lasindrang, M. 2014. Adsorpsi pencemaran limbah cair industri penyamakan kulit oleh kitosan yang melapisi arang aktif tempurung kelapa. *Jurnal Teknosains* 3(2): 132–141.
- Liu, J. F., Zhao, Z. S., & Jiang, G. Bin. 2008. Coating Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnetic nanoparticles with humic acid for high efficient removal of heavy metals in water. *Environmental Science and Technology* 42(18): 6949–6954.
- Marfania, C. 2019. Imobilisasi kulit lengkung (euphoria longan lour) terhadap penyerapan ion logam kadmium. *Chempublish Journal* 4(1): 44–51.
- Mo, W., He, Q., Su, X., Ma, S., Feng, J., & He, Z. 2018. Preparation and characterization of a granular bentonite composite adsorbent and its application for Pb<sup>2+</sup> adsorption. *Applied Clay Science* 159: 68–73.
- Mohan, K., Ravichandran, S., Muralisankar, T., Uthayakumar, V., Chandirasekar, R., Rajeevgandhi, C., Karthick Rajan, D., & Seedeve, P. 2019. Extraction and characterization of chitin from sea snail *Conus inscriptus* (Reeve, 1843). *International Journal of Biological Macromolecules* 126: 555–560.
- Ngatijo, N., Basuki, R., Rusdiarso, B., & Nuryono, N. 2020. Sorption-desorption profile of Au (III) onto silica modified quaternary amines (SMQA) in gold mining effluent. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 8(3): 103747.
- No, H. K., Meyers, S. P., & Lee, K. S. 1989. Isolation and characterization of chitin from crawfish shell waste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 37(3): 575–579.
- O'Reilly, J. A. T., Masudo, T., & Kouzaki, D. 2018. *Catalyst resin*. U.S. Patent No. 10,023,711. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Peng, L., Qin, P., Lei, M., Zeng, Q., Song, H., Yang, J., Shao, J., Liao, B., & Gu, J. 2012. Modifying Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles with humic acid for removal of Rhodamine B in water. *Journal of Hazardous Materials* 209–210: 193–198.
- Santosa, S. J., Kunarti, E. S., Aprilita, N. H., Wulandari, B., & Bawani, D. N. 2019. Sorption mechanism and performance of peat soil humin for Methylene blue and p-Nitrophenol. *Indonesian Journal of Chemistry* 19(1): 198–210.
- Santosa, S. J., Siswanta, D., Sudiono, S., & Utarianingrum, R. 2008. Chitin-humic acid

- hybrid as adsorbent for Cr(III) in effluent of tannery wastewater treatment. *Applied Surface Science* 254(23): 7846–7850.
- Stevenson, F. J. 1994. *Humus chemistry: genesis, composition, reactions*. John Wiley & Sons.
- Stevenson, & Goh. 1974. Infrared spectra of humic acids: elimination of interference due to hygroscopic moisture and structural changes accompanying heating with KBr. *Soil Science* 117(1): 34–41.
- Sudiono, S., Yuniarti, M., Siswanta, D., Kunarti, E. S., Triyono, & Santosa, S. J. 2017. The role of carboxyl and hydroxyl groups of humic acid in removing  $\text{AuCl}_4^-$  from aqueous solution. *Indonesian Journal of Chemistry* 17(1): 95–104.
- Sumarna, Y. 2008. Beberapa aspek ekologi, populasi pohon, dan permudaan alam tumbuhan penghasil gaharu kelompok karas (*Aquilaria* spp.) di wilayah provinsi Jambi. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam* 5(1): 93–99.
- Tripathi, A., & Rawat Ranjan, M. 2015. Heavy metal Removal from wastewater using low cost adsorbents. *Journal of Bioremediation & Biodegradation* 06(06): 1–5.
- Yustinah, Y., Hudzaifah, H., Aprilia, M., & Ab, S. 2020. Keseimbangan adsorpsi logam berat (Pb) dengan adsorben tanah diatomit secara batch. *Jurnal Konversi* 9(1): 12.