



## PREPARASI HIDROTALSIT-MAGNETIT KALSINASI DENGAN METODE KOPRESIPITASI DAN APLIKASINYA UNTUK ADSORBEN ZAT WARNA

Nur Imaniah\*), Triastuti Sulistyaningsih dan Subiyanto Hadisaputro

Gedung Kimia Jurusan Kimia Universitas Negeri Semarang

Gedung D4 Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229, Indonesia

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Januari 2017  
Disetujui Pebruari 2017  
Dipublikasikan Mei 2017

Kata kunci:  
*hidrotalsit*  
*magnetit*  
kinetika  
isoterm  
adsorpsi

### Abstrak

Telah dilakukan preparasi *Hidrotalsit-Magnetit* (HT-M) dan *Hidrotalsit-Magnetit* Kalsinasi (HT-M kal) dengan metode kopresipitasi pada pH 12 dengan temperatur 70°C. Karakteristik diketahui dengan FT-IR, XRD, dan SEM. Penelitian ini mempelajari kinetika adsorpsi dan isoterm adsorpsi terhadap zat warna *remazol yellow FG*. Hasil penelitian menunjukkan karakteristik HT-M dan HT-M kal tidak jauh berbeda. HT-M optimum di pH 4, waktu kontak 90 menit, konsentrasi 50 ppm, dan mengadsorpsi  $7,67 \times 10^{-5}$  mol/g. HT-M kal optimum di pH 3, waktu kontak 90 menit, konsentrasi 50 ppm, dan mengadsorpsi  $7,74 \times 10^{-5}$  mol/g. Kedua adsorben mengikuti model kinetika *pseudo* orde dua Ho dan isoterm adsorpsi *Freundlich*.

### Abstract

Preparation has been done *Hydroxalcite-Magnetite* (HT-M) and the *Hydroxalcite-Magnetite* calcination (HT-M kal) with coprecipitation method at pH 12 with a temperature of 70° C. Known characteristics by FT-IR, XRD and SEM. This research studied the adsorption kinetics and adsorption isotherm against Remazol yellow dye FG. The results showed the characteristic M and HT-HT-M cal is not much different. HT-M optimum at pH 4, contact time of 90 minutes, the concentration of 50 ppm, and the adsorption of  $7.67 \times 10^{-5}$  mol/g. HT-M cal optimum at pH 3, the contact time of 90 minutes, the concentration of 50 ppm, and adsorb  $7.74 \times 10^{-5}$  mol/g. Both adsorbent followed pseudo second-order kinetic model of Ho and *Freundlich* adsorption isotherm.

## Pendahuluan

Zat warna tekstil memiliki struktur yang kompleks dan stabil maka tidak mudah luntur dan sulit didegradasi limbahnya (Zhu, *et al.*; 2005). Zat warna yang sering digunakan dalam industri tekstil yaitu *remazol yellow FG* (Mr  $C_{18}H_{13}N_2S_4O_{12}Na_3 = 659$  g/mol,  $\lambda$  max = 414 nm) (Ariguna, *et al.*; 2014). Penelitian dalam penurunan kadar zat warna dapat menggunakan adsorben kitosan/ polimetilmetakrilat/ *montmorillonite* (Arief; 2012), foto degradasi dengan komposit  $TiO_2/SiO_2$  (Purnawan, *et al.*; 2011), dan elektrooksidasi (Ariguna, *et al.*; 2014). Adsorben lain dengan kapasitas adsorpsi yang besar yang banyak digunakan dalam proses adsorpsi adalah *hidrotalsit* yang memiliki kelebihan yaitu luas permukaan yang besar, mampu menukar anion, mudah dibuat, dan biaya yang murah (Chen, *et al.*; 2011), serta dapat diregenerasi karena memiliki kemampuan *memory effect* (Extremera, *et al.*; 2012).

Preparasi *hidrotalsit* dapat dilakukan dengan metode kopresipitasi (Malek dan Yasin; 2012) yang memiliki keunggulan dapat dilakukan pada temperatur kamar, peralatan sederhana, relatif murah, dan memberikan rendemen yang memadai (Ermawati dan Ratnawati; 2011). *Hidrotalsit* memiliki kemampuan yang baik untuk memisahkan partikel-partikel koloid dengan ukuran yang sangat halus pada perairan, sehingga sering digunakan untuk proses pengolahan air bersih. *Hidrotalsit* tidak mampu memisahkan partikel-partikel koloid dengan waktu yang relatif cepat, sehingga diperlukan modifikasi terhadap *hidrotalsit* (Wasis; 2013) dengan *magnetit* yang memiliki sifat magnet untuk memudahkan pemisahannya (Teja dan Koh; 2008). Hal ini diharapkan dapat mempermudah dan mempercepat proses pemisahan adsorben *hidrotalsit* dari limbah sehingga dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi *hidrotalsit* karena bertambahnya situs aktif dari *magnetit* (Ardhayanti; 2014), serta juga meningkatkan luas permukaan spesifik, dan mempengaruhi keseragaman diameter pori (Sulistyaningsih, *et al.*; 2013).

Berdasarkan uraian tersebut penting mengetahui karakteristik dari hasil sintesis *hidrotalsit-magnetit* dan *hidrotalsit-magnetit* kalsinasi, serta keadaan optimum media adsorpsi terhadap zat warna *remazol yellow FG*. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangan kepada masyarakat mengenai pengolahan limbah zat warna di perairan dengan menggunakan adsorben *hidrotalsit-magnetit*.

## Metode Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini FT-IR *Shimadzu*, *Shimadzu XRD-6000*, dan SEM *Phenom*, dan UV-Vis *1240 Shimadzu*. Bahan yang diperlukan adalah  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ , aquabides, NaOH,  $NH_3$ , HCl 37% dengan *grade pro analyst* buatan *Merck* dan zat warna *remazol yellow FG*.

Sintesis *magnetit* ( $Fe_3O_4$ ) dilakukan dengan mencampurkan larutan  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  dan  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  masing-masing 25 mL dengan perbandingan 2:1. Campuran larutan ini kemudian ditambah secara bertetes-tetes larutan NaOH 3,5 M pada suhu  $70^\circ C$  sambil diaduk hingga pH mencapai pH 12. Endapan disaring dan kemudian dikeringkan pada suhu  $65^\circ C$  selama 10 jam. Terhadap serbuk yang diperoleh dilakukan pengamatan fisik dan karakterisasi dengan FT-IR, XRD, dan diuji kemagnetan dengan menggunakan magnet eksternal. Selanjutnya dikompositkan dengan *hidrotalsit* yang dibuat dari campuran antara  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  dengan  $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$  dengan perbandingan 1:1, dispersi *magnetit*, dan larutan NaOH hingga pH mencapai 11. Setelah pH tercapai *aging time* campuran selama 12 jam pada suhu  $65^\circ C$ . Endapan disaring, dicuci hingga filtratnya netral (Sulistyaningsih, *et al.*; 2013), kemudian dikeringkan. Setengah dari hasil preparasi dikalsinasi pada suhu  $500^\circ C$  selama 3 jam. Terhadap serbuk yang diperoleh dilakukan pengamatan fisik dan karakterisasi dengan FT-IR, XRD, SEM, dan diuji kemagnetan dengan menggunakan magnet eksternal. Penentuan pH optimum adsorpsi zat warna *remazol yellow FG* dilakukan dengan cara membuat variasi pH dari pH 1-9, variasi waktu kontak 30-150 menit, dan variasi konsentrasi 0-100 ppm.

## Hasil dan Pembahasan

Preparasi *Hidrotalsit-Magnetit* (HT-M) dilakukan dengan metode kopresipitasi. Preparasi dilakukan secara tertutup bertujuan untuk menghindari ion karbonat pada daerah antar lapis HT-M yang berasal dari gas  $CO_2$ . Ion karbonat merupakan salah satu anion pengisi daerah antar lapis HT-M yang memiliki afinitas besar preparasi sebagai anion penyeimbang sehingga sulit tergantikan oleh anion lain yang menyebabkan keberadaannya di daerah antar lapis dihindari (Extremera, *et al.*; 2012). Keterbatasan ion karbonat sebagai penukar anion menyebabkan terbatasnya penggunaan *Hidrotalsit* (HT) adsorben polutan anionik. Oleh sebab itu, penggunaan anion lain salah satunya

adalah ion nitrat sebagai anion pengisi daerah antar lapis menggantikan ion karbonat telah banyak dilakukan (Seftel, *et al.*; 2013). Preparasi dilakukan pada kondisi basa. pH yang digunakan dalam sintesis ini adalah pH 12. Mg-Al hidrotalsit umumnya diendapkan pada pH 10-13 (Malek dan Yasin; 2012). Penambahan basa kuat bertujuan untuk mengendapkan senyawa utama penyusun material *magnetit*, HT, maupun HT-M ( $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ). HT-M kemudian dicuci dengan aquades untuk menghilangkan pengotor selama proses preparasi diantaranya ion  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{Na}^+$ . Hasil preparasi dari HT-M separuhnya dikalsinasi pada suhu  $500^\circ\text{C}$  dan selanjutnya disebut HT-M kal. HT-M dan HT-M kal akan dibandingkan karakteristik material dan kemampuannya sebagai adsorben. Secara fisik HT-M dan HT-M kal dapat dilihat pada Gambar 1.

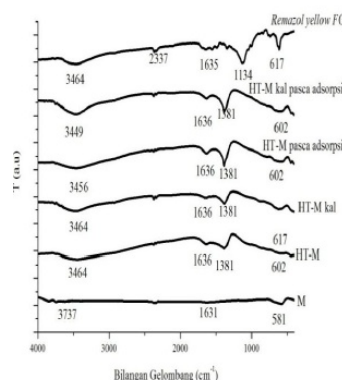


**Gambar 1.** (a) *Magnetit*, (b) HT-M, (c) HT-M kal, (d) HT-M pasca adsorpsi, dan (e) HT-M kal pasca adsorpsi

Sebelum diaplikasikan sebagai adsorben, HT-M dan HT-M kal hasil preparasi terlebih dahulu dikarakterisasi. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan spektroskopi FT-IR untuk mengetahui gugus fungsi dari HT-M dan HT-M kal yang disajikan pada Gambar 2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, *magnetit* hasil preparasi menunjukkan daerah serapan  $581\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi peregangan ikatan Fe-O. Pada daerah serapan  $1631$  dan  $373\text{ cm}^{-1}$  merupakan vibrasi peregangan gugus hidroksil yang ada pada permukaan *magnetit*. Hasil penelitian yang diperoleh pada HT-M terjadi pegeseran vibrasi peregangan dari ikatan Fe-O menjadi  $602\text{ cm}^{-1}$ . Pada daerah serapan  $1631\text{ cm}^{-1}$  merupakan serapan vibrasi tekuk ikatan hidrogen dalam molekul air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) pada daerah antarlapis. Bilangan gelombang yang muncul pada  $3464\text{ cm}^{-1}$  milik vibrasi ulur -OH dari gugus logam-hidroksil (Al-OH dan Mg-OH). HTM kal menunjukkan hasil yang sedikit berbeda.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa karakteristik HT-M dan HT-M kal tidak jauh berbeda. Hasil spektra FT-IR dari zat warna *remazol yellow FG* menunjukkan bahwa terjadi vibrasi peregangan gugus  $-\text{SO}_2^-$  pada bilangan gelombang  $617\text{ cm}^{-1}$ . Pada bilangan gelombang  $1134\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya N=N dan N-H pada bilangan

gelombang  $3464\text{ cm}^{-1}$ , sedangkan regangan gugus C=C untuk benzena terjadi pada bilangan gelombang  $1635\text{ cm}^{-1}$ . Vibrasi peregangan C-H alkana pada bilangan gelombang  $2337\text{ cm}^{-1}$ .



**Gambar 2.** Spektra FT-IR M (*magnetit*), HT-M, HT-M kal, HT-M pasca adsorpsi, dan HT-M kal pasca adsorpsi

Gambar 3 menyajikan difraktogram XRD dari *magnetit* (M), HT-M, HT-M kal sebelum dan sesudah adsorpsi. Hasil XRD *magnetit* terjadi intensitas tertinggi pada  $2\theta = 35,00^\circ$ ;  $42,98^\circ$ ;  $59,86^\circ$ ; dan  $62,06^\circ$  yang dapat ditentukan ke refleksi (220), (311), (511) dan (440). Pola XRD menunjukkan puncak HT-M muncul di  $2\theta$ :  $10,60^\circ$ ;  $21,80^\circ$ ;  $34,80^\circ$ ;  $59,86^\circ$ ;  $60,58^\circ$ ; dan  $62,06^\circ$  sedangkan puncak HT-M kal muncul di  $2\theta$ :  $10,54^\circ$ ;  $21,98^\circ$ ;  $34,64^\circ$ ;  $59,14^\circ$ ;  $59,77^\circ$ ; dan  $62,08^\circ$ . Harga  $2\theta$  masing-masing ditentukan ke refleksi (003), (006), (009), (010), (013) dan (440). Puncak karakteristik dari komposit HT-M dan HT-M kal menunjukkan bahwa keduanya memiliki struktur berlapis dengan *basal spacing*  $7,91\text{ \AA}$  dan  $8,86\text{ \AA}$  yang ditunjukkan anion  $\text{NO}_3^-$  di *interlayer* (Klopogge, *et al.*; 2002). Puncak yang tajam untuk *magnetit* (M) disimpulkan bahwa diperoleh produk *amorf*. Ukuran rata-rata kristal *magnetit* dihitung dengan menggunakan persamaan *Debye-Sherrer* (Wu, *et al.*; 2012).

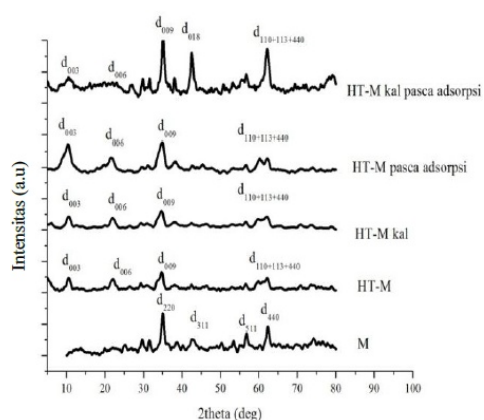
$$d = \frac{K\lambda}{\beta \cos\theta}$$

$d$  adalah setara dengan diameter rata-rata inti kristal;  $K$  adalah faktor bentuk butiran ( $K = 0,94$ );  $\lambda$  adalah panjang gelombang insiden sinar-X;  $\beta$  menunjukkan FWHM (dalam radian) pada intensitas difraksi refleksi tertinggi 311, dan  $\theta$  adalah sudut difraksi yang sesuai ( $2\theta = 35,57^\circ$ ) (Wu, *et al.*; 2012). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa ukuran *magnetit* sebesar  $19,93\text{ nm}$ .

Tabel 1 menunjukkan jarak antara lapisan-lapisan (*layers*) yang paling dekat yang disebut *basal spacing* ( $d$ ). Parameter ini tergantung pada



besarnya sifat anion-anion dalam antar lapis (Seftel, *et al.*; 2006). Menurut Miyata (1983), *basal spacing* ( $d$ )  $\text{NO}_3^-$  sebesar 8,79 Å. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *basal spacing* HT-M sebesar 8,47Å dan HT-M kal sebesar 8,38 Å. Hasil ini menunjukkan HT-M dan HT-M kal kehadiran  $\text{NO}_3^-$  pada daerah *interlayer* HT-M. Setelah terjadi interaksi dengan zat warna *basal spacing* mengalami perubahan seperti terlihat pada Tabel 2 *basal spacing* menjadi semakin kecil dikarenakan terjadi perubahan struktur HT-M dan HT-M kal sebagai akibat adanya interaksi elektrostatik antara  $\text{OH}_2^+$  dengan anion zat warna pada permukaannya HT-M dan HT-M kal.

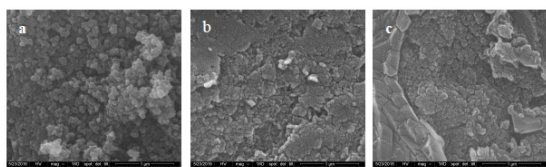


**Gambar 3.** Pola XRD M (*magnetit*), HT-M, HT-M kal, HT-M pasca adsorpsi, dan HT-M kal pasca adsorpsi

**Tabel 1.** Perbedaan *basal spacing* HT-M dan HT-M kal sebelum dan sesudah mengadsorpsi

Material	$d_{003}$	
	Sebelum adsorpsi (Å)	Sesudah adsorpsi(Å)
HT-M	8,47	8,64
HT-M kal	8,38	2,57

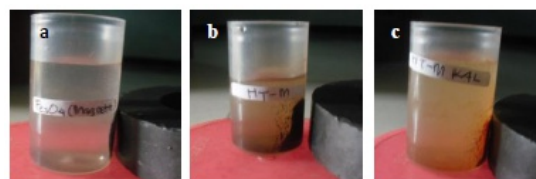
Karakterisasi menggunakan SEM bertujuan untuk mengetahui keadaan morfologi HT-M dan HT-M kal. Gambar 4 menunjukkan bahwa keadaan morfologi HT-M dan HT-M kal tidak terlihat perbedaan yang signifikan hanya saja ukuran partikel keduanya berbeda sesuai dengan gambar dengan perbesaran yang sama.



**Gambar 4.** Hasil SEM (a) *magnetit*, (b) HT-M, dan (c) HT-M kal

Hasil analisis SEM menunjukkan kristal *magnetit* berbentuk struktur heksagonal. Gambar 4.a menunjukkan keseragaman struktur

morfologi dari *magnetit* yang menunjukkan bahwa kristalnya telah teraglomerasi secara teratur. Menurut Liu, *et al.* (2006), HT-M berbentuk nanoflaks yang tertata secara vertikal. Pengkompositan dengan *magnetit* membuat struktur morfologi mengalami perubahan. Pada Gambar 4.b dan 4.c menunjukkan bahwa pendispersian *magnetit* telah merata. Selain karakterisasi yang disebutkan pada penelitian ini juga menguji sifat kemagnetan *magnetit*, H-TM dan HT-M kal. Hasil uji kemagnetan padatan hasil preparasi dengan magnet permanen disajikan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** (a) *Magnetit* (M) ditarik magnet, (b) HT-M ditarik magnet, dan (c) HT-M kal ditarik magnet

*Magnetit* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) merupakan salah satu jenis oksida besi yang mempunyai sifat kemagnetan. Salah satu karakteristik *magnetit* yang dapat diuji secara fisis adalah sifatnya yang dapat ditarik oleh batang magnet atau magnet permanen dan benda yang mengandung magnet. Untuk membuktikan hal tersebut dilakukan uji kualitatif dengan cara menarik padatan hasil preparasi yang berada dalam wadah yang bening dengan batang magnet. Pada Gambar 5.a terlihat bahwa setelah batang magnet didekatkan pada sisi tabung yang berisi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ditarik ke atas,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang mula-mula berada di dasar tabung ikut tertarik ke atas searah dengan arah tarikan batang magnet yang menempel pada dinding tabung tersebut. Hal ini terjadi karena  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  tersebut bersifat magnet. Mengkomposisikan *hidrotalsit* dengan *magnetit* membuat *hidrotalsit* memiliki sifat *magnetit* yaitu dapat ditarik dengan magnet (bersifat magnet) seperti terlihat pada Gambar 5.b dan 5.c.

HT-M dan HT-M kal hasil preparasi kemudian diaplikasikan untuk adsorpsi zat warna *remazol yellow FG*. Keasaman medium sangat mempengaruhi proses adsorpsi oleh adsorben HT-M karena keberadaan gugus fungsi -OH pada permukaan adsorben yang berasal dari ikatan-ikatan logam-hidroksil (Al-OH, Mg-OH, dan Fe-OH) pada lapisan mirip *brucite* HT-M. Gugus fungsi -OH dapat berubah berdasarkan kondisi pH yaitu pada kondisi asam akan terprotonasi menjadi  $-\text{OH}_2^+$  sedangkan pada kondisi basa akan terdeprotonasi menjadi gugus -O<sup>-</sup>. Pada kondisi telalu asam

adsorben HT-M akan rusak karena pada kondisi terlalu asam kation logam akan melarut (Ardhayanti; 2014).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada kedua adsorben yaitu HT-M dan HT-M kal menunjukkan bahwa perbedaan pH optimum adsorpsinya. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum HT-M untuk mengadsorpsi zat warna *remazol yellow FG* adalah pada pH 4 sedangkan pH optimum HT-M kal untuk mengadsorpsi zat warna *remazol yellow FG* adalah di pH 3.

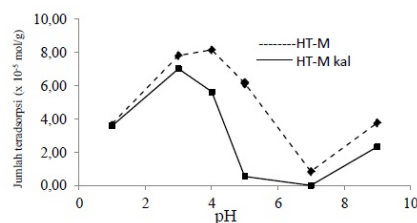
Pada HT-M saat pH 1 menuju pH 4 naik dan turun lagi sampai pada pH 7 kemudian naik kembali pada pH 9. Pada pH yang sangat asam yaitu pH 1 adsorben HT-M rusak sehingga tidak mampu mengadsorpsi zat warna. Kenaikan kadar dari zat warna dari pH 1 ke 4 yang teradsorpsi disebabkan karena gugus fungsi -OH pada permukaan HT-M dapat terprotonasi menjadi  $-OH_2^+$  bereaksi dengan zat warna anionik yang aktif pada kondisi asam. Zat warna ini membentuk gugus  $-SO_3^-$  dengan melepaskan ion  $Na^+$ . Keadaan ini membuat permukaan HT-M dapat berinteraksi secara elektrostatis dengan anion zat warna.

Pada pH yang tinggi yaitu basa, HT-M memiliki kemampuan penyerapan tinggi bila dilihat dari Gambar 6. Hal ini terjadi karena zat warna *remazol yellow FG* mengendap yang terlihat pada kertas saring setelah melalui proses adsorpsi pada saat memisahkan adsorben dan adsorbat dengan bantuan kertas saring dan magnet muncul endapan berwarna kuning. Hal ini yang menyebabkan konsentrasi zat warna setelah adsorpsi berkurang sehingga saat dilakukan pengukuran dan diplotkan ke dalam grafik hasilnya zat warna tersebut adsorpsinya meningkat dan dalam grafik mengalami kenaikan.

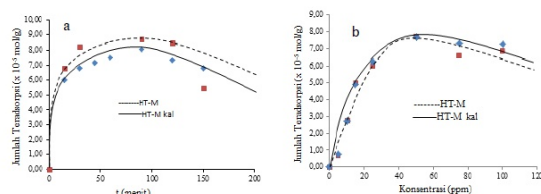
HT-M kal pada pH 1 menuju pH 3 terjadi kenaikan kemudian penurunan hingga pH 7 dan naik kembali pada pH 9. HT-M kal mengadsorpsi yang optimum pada pH 3 yaitu pH yang lebih asam dibandingkan HT-M. HT-M kal lebih tahan terhadap pH yang sangat asam. Kemampuan adsorpsi meningkat pada pH 9 karena pada pH ini zat warna *remazol yellow FG* mengendap membentuk endapan warna kuning pada kertas saring saat pemisahan adsorbat dengan adsorben.

Setelah diperoleh pH optimum untuk adsorpsi yaitu pH 4 untuk HT-M dan 3 untuk HT-M kal, kemudian dilakukan pengukuran

waktu kontak. Hasil yang diperoleh kemudian diplotkan dalam grafik hubungan antara waktu kontak dengan mol adsorben terserap per berat massa adsorben. Kapasitas adsorpsi yang semakin meningkat pada kondisi awal interaksi karena masih banyaknya situs aktif adsorben yang belum digunakan untuk berinteraksi dengan zat warna. Seiring dengan bertambahnya waktu kontak, kapasitas adsorpsi menjadi semakin konstan. Hal ini disebabkan karena keberadaan situs aktif adsorben yang semakin berkurang untuk proses adsorpsi karena sebagian besar situs aktif telah digunakan untuk berinteraksi dengan zat warna (de Sa, *et al.*; 2013). Gambar 7.a menunjukkan hubungan waktu kontak terhadap jumlah teradsorpsi. Hasil penentuan waktu kontak optimum kemudian dilakukan pengukuran konsentrasi optimum yang dapat diserap adsorben pada pH dan waktu optimumnya. Penentuan konsentrasi optimum dengan variasi konsentrasi 0-100 ppm.



Gambar 6. Hubungan pH terhadap konsentrasi



Gambar 7. (a) Hubungan waktu kontak terhadap jumlah teradsorpsi dan (b) Hubungan konsentrasi dengan jumlah teradsorpsi

Konsentrasi optimum untuk kedua adsorben terjadi pada konsentrasi 50 ppm dengan kapasitas adsorpsi masing-masing untuk HT-M sebesar  $7,67 \times 10^{-5}$  mol/g dan HT-M sebesar  $7,74 \times 10^{-5}$  mol/g.

### Simpulan

Karakteristik *hidrotalsit-magnetit* dan *hidrotalsit-magnetit* kalsinasi hasil preparasi berdasarkan spektra FT-IR, pola XRD, dan SEM menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan, pH optimum untuk media adsorpsi *hidrotalsit-magnetit* dan *hidrotalsit-magnetit* kalsinasi hasil preparasi terhadap zat warna *remazol yellow FG* terjadi pada pH 4 dan 3, waktu optimum kedua adsorben 90 menit dengan konsentrasi optimum 50 ppm.

**Daftar Pustaka**

- Ardhayanti, L.I. 2014. Sintesis *Magnetit-Mg/Al Hidrotalsit* dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna *Navy Blue* dan *Yellow F3G*. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Arief, F. 2012. Sintesis Komposit Kitosan/Polimetilmetakrilat/*Montmorillonite* sebagai Adsorben Zat Warna. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia
- Ariguna, I.W.S.P., Ni M. Wiratini, dan I.D.K. Sastrawidana. 2014. Degradasi Zat Warna *Remazol Yellow FG* dan Limbah Tekstil Buatan dengan Teknik Elektrooksidasi. *Journal Kimia Visvitalis*, 2(2): 127-137
- Chen, C., G. Poernomo., dan R. Xu. 2011. Self-Assembled  $Fe_3O_4$ -Layered Double Hydroxide Colloidal Nanohybrids with Excellent Performance for Treatment of Organic Dyes in Water. *Journal of Materials Chemistry*, 21(1): 1218-1225
- De Sa, F.P., Cunha, B.N., dan Nunes, L.M. 2013. Effect of pH on the Adsorption of *Sunset Yellow FCF* Food Dye into A Layered Double Hydroxyde (Ca/Al-LDH- $NO_3$ ). *Chemistry Engineering Journal*, 26(2): 122-127
- Ermawati, R. dan E. Ratnawati. 2011. Sintesis Nanopartikel *Magnetit* dengan Metode Dekomposisi Termal. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 1(1): 96-101
- Extremara, R., I. Pavlovic, M. Perez, dan C. Barriga. 2012. Removal of Acid Orange 10 by Calcined and Uncalcined Mg/Al Layered Double Hydroxides from Water and Recovery of The Adsorbed Dye. *Chemistry Engineering Journal*, 213(1): 392-400
- Liu, Z., R. Ma, M. Osada., N. Iyi., Y. Ebina., K. Takada. dan T. Susaki. 2006. Synthesis, Anion Exchange, and Delamination of Co-Al Layered Double Hydroxide: Assembly of The Exfoliated Nanosheet/ Polyanion Composite Films and Magneto-optical Studies. *Journal American Chemistry Society*, 128(1): 4872-4880
- Purnawan, C., Patiha, dan A.A. Qodri. 2011. Fotodegradasi Zat Warna *Remazol Yellow FG* dengan Fotokatalis Komposit  $TiO_2/SiO_2$ . *Jurnal Ekosains*, 1(3): 17-24
- Seftel, E.M., E. Dvinov., D. Lutic., E. Popvinov., dan C. Ciocoiu. 2006. Synthesis of Hydrotalcite-Type Anionic Clays Containing Biomolecules. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 7(1): 2869-2874
- Sulistyaningsih, T., D.S.V. Silalahi., S.J. Santosa., D. Siswanta., dan B. Rusdiarso. 2013. Synthesis and Characterization of *Magnetic Mg/Al- $NO_3$ -HT* Composite Via The Chemical Co-precipitation Method. IPCBEE. Singapore: *IACSIT Press*, 58(19) : 95-99
- Teja, A.S., dan Koh, P. 2008. Synthesis, Properties, and Application of Magnetic Iron Oxide Nanoparticles. *Progress Crystal Growth and Characterization of Materials*, 55(1): 64-70
- Wasis. 2013. Sintesis dan Karakterisasi Lemping Sintesis Magnetik Mg/Al *Hydrotalcite Magnetit*. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
- Wu, X., K.N., Hui, K.S. Hui, S.K. Lee., W. Zhaou., R. Chen., D.H. Hwang., Y.R. Cho., dan Y.G. Son. 2012. Adsorption of Basic Yellow 87 from Aqueous Solution onto Two Different Mesoporous Adsorbents. *Chemistry. Engineering Journal*, 18(1): 91-98
- Zhu, M.X., Y.P. Li., M. Xie., dan H.Z. Xin. 2005. Sorption of Anionic Dye by Uncalcined and Calcined Layered Double Hydroxides: A Case Study. *Journal Hazardous Materials*, 120(2):163-171