



KAJIAN ADSORPSI LINEAR ALKILBENZENA SULFONAT (LAS) MENGGUNAKAN MAGNETIT

Selli Renata Sari^{*}), Triastuti Sulistyaningsih dan Endang Susilaningsih

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Pebruari 2016
Disetujui Maret 2016
Dipublikasikan Mei 2016

Kata kunci:
adsorpsi
isoterm
kinetika
LAS
magnetit

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari sintesis magnetit dengan metode kopresipitasi, mengetahui keadaan optimum penyerapan LAS, kinetika dan isoterm adsorpsi. Metode kopresipitasi dilakukan dengan mencampurkan larutan FeCl_2 dan FeCl_3 dan dititrasi menggunakan NH_4OH . Magnetit dikarakterisasi dengan FT-IR, XRD, BET, dan uji kemagnetan. Proses adsorpsi dilakukan dengan variasi pH, waktu kontak dan konsentrasi. Analisis LAS menggunakan metode MBAS. Hasil karakterisasi FT-IR menunjukkan, pada bilangan gelombang $586,36 \text{ cm}^{-1}$ dan $401,19 \text{ cm}^{-1}$ terdapat pita serapan utama FeO magnetit. Difraktogram XRD menunjukkan semua sisi puncak magnetit hasil sintesis konsisten dengan data standar untuk Fe_3O_4 (file JCPDS No. 85-1436) dengan ukuran inti rata-rata partikel sebesar 19,34 nm, memiliki luas permukaan $56,97 \text{ m}^2/\text{g}$, volume pori total $0,3076 \text{ cm}^3/\text{g}$, dan rerata jari-jari pori 10,79 nm. Magnetit hasil sintesis dapat ditarik magnet permanen. Berdasarkan penelitian diperoleh keadaan optimum pada pH 6,07, waktu kontak 60 menit dan konsentrasi $2,44 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$. Kinetika adsorpsi mengikuti kinetika *pseudo* orde dua Ho dan isoterm adsorpsi mengikuti *isoterm Langmuir*.

Abstract

The aim of this research is to study the synthesis of magnetite with coprecipitation method, to know the optimum absorption of LAS, to study the kinetics and isotherm. Coprecipitation method was done by mixing a solution of FeCl_2 and FeCl_3 and in titration using NH_4OH . Magnetite characterized by FT-IR, XRD, BET and magnetism test. Adsorption process carried out by variation pH, contact time and concentration. Analysis of LAS methods MBAS. FT-IR characterization result indicate, at wave number 586.36 cm^{-1} and 401.19 cm^{-1} are the main absorption band FeO magnetite. XRD diffractogram showing all sides of the peaks of magnetite synthesis result are consistent with standard data for Fe_3O_4 (JCPDS No.85-1436) with an average core size of the particles by 19.34 nm, has surface area of $56.97 \text{ m}^2/\text{g}$, total pore volume of $0.3076 \text{ cm}^3/\text{g}$, and a mean pore radius of 10.79 nm. Magnetite synthesis result can be withdrawn permanent magnet. Based on research obtained optimum state at pH 6.07, with contact time of 60 minutes and an optimum concentration $2.44 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$. Adsorption kinetics follow pseudo second order kinetics Ho and the adsorption follow isotherm *Langmuir*.

Pendahuluan

Air merupakan komoditi yang sangat vital bagi kehidupan manusia. Air yang dipakai untuk memenuhi keperluan sehari-hari adalah air yang bersih dan sehat, akan tetapi pada saat ini untuk mendapatkan air bersih dan sehat sangatlah sulit, karena sungai telah tercemar. Salah satu penyebab pencemaran sungai adalah limbah detergen yang digunakan ibu rumah tangga untuk mencuci pakaian sehari-hari (Santosa; 2009).

Detergen yang menggunakan bahan non fosfat akan menaikkan pH sampai dengan 11. Bahan antiseptik yang ditambahkan ke dalam detergen akan mengganggu kehidupan mikro-organisme di dalam air bahkan dapat mematikan, ada sebagian bahan detergen yang tidak dapat dipecah atau non *biodegradable* oleh mikro-organisme yang ada di dalam air, sehingga merugikan lingkungan (Wardhana; 1995). Salah satu komponen detergen non fosfat yaitu Linear Alkilbenzena Sulfonat (LAS). LAS adalah surfaktan anionik yang digunakan sebagai bahan pembersih. Untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh LAS maka dilakukan dengan metode adsorpsi sesuai dengan penelitian Khulood (2009) dan Hartoyo (2013) bahwa dengan metode adsorpsi dapat mengurangi konsentrasi LAS dalam air.

Metode adsorpsi merupakan salah satu metode alternatif yang dapat diandalkan karena prosesnya relatif sederhana, dapat bekerja pada konsentrasi rendah, dapat didaur ulang, dan biaya operasional relatif murah (Wang, *et al.*; 2008). Salah satu material yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai adsorben adalah magnetit (Fe_3O_4).

Pengembangan magnetit banyak menginspirasi para ilmuwan karena manfaatnya di berbagai bidang, salah satunya sebagai adsorben. Pemanfaatannya sebagai adsorben akan sangat efektif karena atom-atom hidrogen di permukaan magnetit berpotensi mengikat ion-ion LAS, selain itu magnetit memiliki kemagnetan paling kuat di antara oksida-oksida logam transisi, dan mempunyai luas permukaan yang sangat besar, sehingga mempunyai kemampuan adsorpsi yang sangat besar (Teja, *et al.*; 2009). Karakter inilah yang diunggulkan dalam aplikasi magnetit sebagai adsorben.

Sintesis magnetit telah dikembangkan dengan berbagai metode antara lain kopresipitasi sol-gel, hidrotermal, aerosol dan elektrokimia. Metode kopresipitasi merupakan metode

yang paling banyak dikembangkan karena dapat dilakukan pada temperatur kamar, peralatan sederhana, dan ekonomis untuk mendapatkan partikel magnetit (Wang, *et al.*; 2010). Selain itu, metode ini memiliki dampak lingkungan yang rendah karena sintesis dilakukan dalam larutan air tanpa menggunakan pelarut organik di bawah kondisi reaksi ringan suhu yang relatif rendah (Iwasaki, *et al.*; 2009).

Penentuan kadar LAS dalam larutan dilakukan dengan metode MBAS (*Metylen Blue Active Surfactant*). Metode MBAS adalah menambah zat metilen biru yang berikatan dengan surfaktan dan dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis. Hal ini sesuai dengan intensitas warna biru pada ekstrak kloroform yang diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. Serapan yang diukur sesuai dengan kadar surfaktan anionik (SNI 06-6989.51-2005).

Metode Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter, magnet permanen, neraca analitik *Denver Instrument* ($\pm 0,1$ mg), *hot plate*, *magnetic stirrer*, oven *memmert*, spektrofotometer UV-Vis 1240 *Shimadzu*, XRD, FT-IR *Shimadzu*, dan BET (*NOVA instrument @1994-2007 Quantachrome instrument version 10.01*). Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah FeCl_3 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, LAS, indikator fenolftalin, larutan metylen blue, kloroform *grade pro analyst* buatan *Merck*, dan kertas *Whatmann*.

Tahap awal sintesis magnetit dilakukan dengan melarutkan kristal $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan aquades 25 mL, kemudian kedua larutan tersebut dicampurkan dan diaduk hingga homogen. Kemudian campuran dipanaskan pada suhu 55°C dan diaduk dengan *magnetic stirrer* kecepatan 500 rpm sambil dititrasikan dengan NH_4OH 3,5 M hingga pH 11, terbentuklah endapan hitam Fe_3O_4 . Setelah itu campuran didinginkan pada suhu kamar. Campuran di saring dengan kertas *Whatman* menggunakan *vacuum buchner* dan dicuci dengan aquades hingga pH netral. Endapan hitam dikeringkan dalam oven pada suhu 65°C selama 6 jam. Tahap terakhir endapan kering dikarakterisasi dengan FT-IR, XRD, BET, dan uji kemagnetan.

Untuk mengetahui pengaruh penurunan LAS menggunakan magnetit dilakukan proses adsorpsi. pH optimum dapat diketahui dengan larutan standar LAS dibuat dengan konsentrasi 2 ppm sebanyak 50 mL pada pH 4, 6, 7, dan 9. Kemudian absorbansinya diukur menggunakan

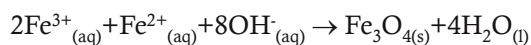
spektrofotometer UV-Vis sebagai absorbansi awal. Lalu sebanyak 0,01 g serbuk magnetit dimasukkan ke masing-masing larutan. Masing-masing larutan dikocok dengan menggunakan *shaker* dengan kecepatan 200 rpm selama 30 menit. Setelah itu filtrat dipisahkan menggunakan magnet permanen. Filtrat diukur absorbansinya menggunakan UV-Vis untuk menentukan kadar LAS dengan metode MBAS (SNI 06-6989.51-2005).

Penelitian mengenai pengaruh optimasi waktu kontak terhadap penurunan LAS menggunakan magnetit dilakukan dengan menambahkan sebanyak 0,01 g serbuk magnetit ke masing-masing larutan sampel. Lalu masing-masing larutan dikocok dengan menggunakan *shaker* dengan kecepatan 200 rpm selama 10, 15, 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Setelah itu filtrat dipisahkan menggunakan magnet permanen. Filtrat diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan kadar LAS dengan metode MBAS.

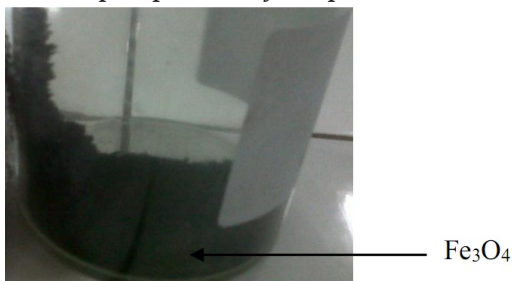
Konsentrasi optimum adsorpsi dapat diketahui dengan melakukan proses adsorpsi pada pH optimum. Sebanyak 0,01 g serbuk magnetit dimasukkan ke masing-masing larutan. Lalu masing-masing larutan dikocok dengan menggunakan *shaker* dengan kecepatan 200 rpm selama waktu optimum. Setelah itu filtrat dipisahkan menggunakan magnet permanen. Filtrat diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan kadar LAS dengan MBAS.

Hasil dan Pembahasan

Metode kopresipitasi dilakukan dengan mencampurkan FeCl_2 dan FeCl_3 dan dititrasi menggunakan NH_4OH . Reaksi kopresipitasi dapat ditulis sebagai berikut:

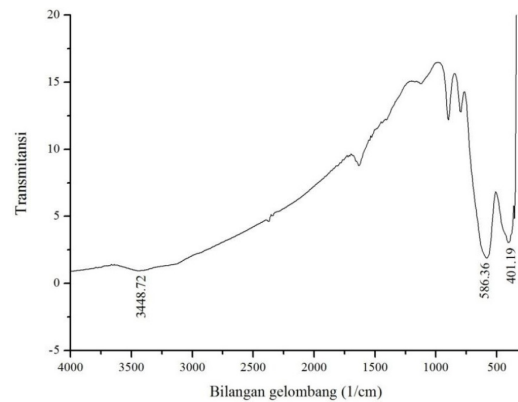


Serbuk magnetit hasil sintesis dengan metode kopresipitasi disajikan pada Gambar 1.



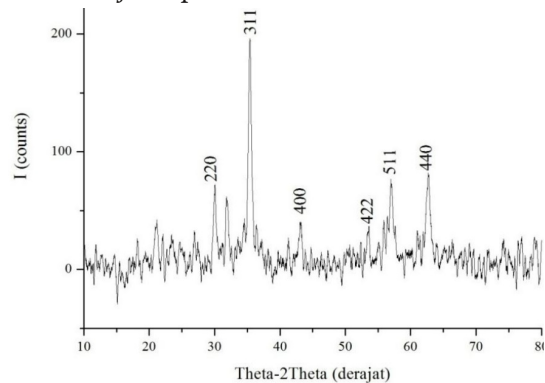
Gambar 1. Serbuk magnetit hasil sintesis dengan metode kopresipitasi

Adapun hasil analisis FT-IR disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Spektra IR magnetit

Dalam penelitian ini pita serapan utama terjadi pada bilangan gelombang $586,36 \text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi ulur dari FeO pada situs tetrahedral ($\text{Fe}^{2+}-\text{O}^{2-}$) dan $401,19 \text{ cm}^{-1}$ merupakan serapan FeO pada situs oktahedral ($\text{Fe}^{3+}-\text{O}^{2-}$). Serapan pada daerah bilangan gelombang $3448,72 \text{ cm}^{-1}$ adalah vibrasi ulur dari gugus $-\text{OH}$ yang menunjukkan ikatan hidrogen, hal ini dapat ditarik kesimpulan bahwa $\text{Fe}(\text{OH})_2$, dan $\text{Fe}(\text{OH})_3$, serta FeOOH terbentuk akibat hidrolisis pada permukaan Fe_3O_4 . Hasil analisis XRD disajikan pada Gambar 3.

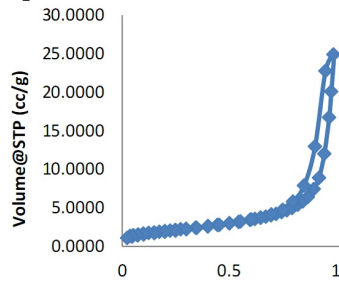


Gambar 3. Difraktogram magnetit

Pada Gambar 3. menunjukkan pola XRD untuk Fe_3O_4 . Semua posisi puncak pada dasarnya konsisten dengan data standar untuk Fe_3O_4 (file JCPDS No. 85-1436). Berdasarkan pola difraksi pada Gambar 3. dapat diketahui bahwa puncak-puncak yang menunjukkan adanya puncak magnetit adalah pada sudut difraksi dimana bila dibandingkan dengan Indeks Miller yang menunjukkan karakter magnetit sesuai dengan data standar nilai $[hkl]$: $29,2^\circ$ [220], $35,3533^\circ$ [311], $43,1^\circ$ [400], $53,4835^\circ$ [422], $56,9975^\circ$ [511], dan $62,66^\circ$ [440], sesuai dengan penelitian El-kharrag, *et al.* (2011) dan penelitian Petcha-roen, *et al.* (2012).

Dengan pola XRD, ukuran inti rata-rata partikel dapat dihitung dari rumus Dybye-Sherrer $D = \kappa\lambda / \beta \cos\theta$, dimana κ adalah faktor

bentuk, λ adalah panjang gelombang sinar X yang digunakan pada waktu pengukuran (nm), β adalah lebar setengah puncak pada difraktogram (radian), dan θ adalah sudut Bragg (radian), didapatkan ukuran inti rata-rata partikel Fe_3O_4 sebesar 19,34 nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel yang dibuat merupakan Fe_3O_4 . Kurva BET isoterm linear disajikan pada Gambar 4.



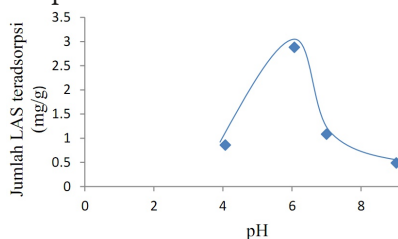
Gambar 4. Kurva BET isoterm linear

Berdasarkan kurva BET isoterm linear pada Gambar 4. diperoleh luas permukaan BET, volume pori total, dan rerata jari-jari pori dari sampel padat kering magnetit hasil sintesis. Magnetit hasil sintesis memiliki luas permukaan sebesar $56,973 \text{ m}^2/\text{g}$, volume pori total sebesar $0,3076 \text{ cm}^3/\text{g}$, dan rerata jari-jari pori sebesar $10,79 \text{ nm}$. Hasil uji kemagnetan padatan hasil sintesis dengan magnet permanen disajikan pada Gambar 5.



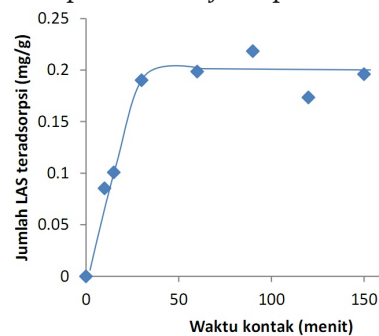
Gambar 5. Uji kemagnetan padatan hasil sintesis dengan magnet permanen

Pada Gambar 5. terlihat bahwa setelah batang magnet didekatkan pada sisi luar erlenmeyer yang berisi Fe_3O_4 ditarik ke atas, Fe_3O_4 yang mula-mula berada di dasar tabung reaksi ikut tertarik ke atas searah dengan arah tarikan batang magnet yang menempel pada kaca erlenmeyer tersebut. Hal ini terjadi karena Fe_3O_4 tersebut bersifat magnet. Hasil pengamatan pengaruh pH larutan terhadap adsorpsi LAS disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan antara pH dengan jumlah LAS teradsorpsi

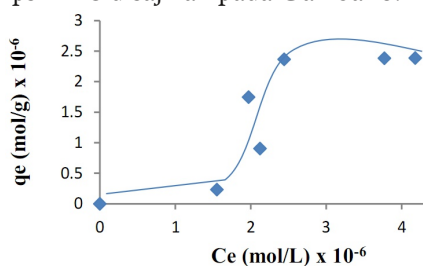
Berdasarkan Gambar 6. jumlah LAS yang teradsorpsi meningkat secara signifikan dari pH 4,07 sebesar $0,8594 \text{ mg/g}$ ke pH 6,07 sebesar $2,8818 \text{ mg/g}$, hal ini terlihat adsorpsi terjadi cukup baik, karena ketika pH larutan $< \text{pH}_{\text{PZC}}$ Fe_3O_4 terjadi interaksi yang kuat antara permukaan adsorben magnetit yang terprotonasi dan permukaan adsorben magnetit menjadi bermuatan positif menarik adsorbat LAS yang bermuatan negatif. Muatan negatif berasal dari gugus hidrofilik LAS, yaitu SO_3^{2-} . Kemudian mengalami penurunan sampai pH 9,02, hal ini terjadi karena interaksi mulai lemah antara magnetit dengan LAS, ketika pH larutan $> \text{pH}_{\text{PZC}}$ Fe_3O_4 maka terjadi peningkatan tolakan elektrostatis antara LAS bermuatan negatif dengan adsorben magnetit yang juga bermuatan negatif. Menurut Puspitasari (2006), pada pH basa jumlah LAS yang diadsorpsi tidak begitu banyak dibanding pada pH asam, hal ini disebabkan magnetit bermuatan negatif. Muatan negatif tersebut berasal dari kondisi basa larutan, yaitu adanya gugus OH^- sehingga permukaan magnetit menjadi negatif. Menurut Hera (2002) dalam Puspitasari (2006), LAS bersifat basa atau bermuatan negatif dan mempunyai pH 7-10, sehingga akan sulit terjadi adsorpsi LAS karena persamaan muatan tersebut. Oleh karena itu pH 6 dipilih sebagai pH optimum yang digunakan untuk penentuan waktu kontak LAS yang diadsorpsi menggunakan magnetit. Hasil pengamatan pengaruh waktu kontak larutan terhadap adsorpsi LAS disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan antara waktu kontak dan jumlah LAS teradsorpsi

Ion LAS akan semakin banyak berinteraksi dengan situs aktif Fe_3O_4 seiring berjalannya waktu kontak hingga mencapai kesetimbangan. Berdasarkan Gambar 7. menunjukkan bahwa waktu kontak optimum adsorpsi LAS dicapai setelah diinteraksikan dengan adsorben magnetit selama 60 menit. Pada 10 menit pertama adsorpsi LAS menggunakan adsorben magnetit sebesar $0,0854 \text{ mg/g}$. Adsorpsi LAS semakin meningkat sampai waktu kontak 60 menit yaitu

sebesar 0,1985 mg/g. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu interaksi antara adsorbat dengan adsorben, semakin banyak tumbukan yang terjadi, maka adsorbat yang teradsorpsi juga semakin banyak. Selain itu, situs aktif Fe_3O_4 belum banyak yang berinteraksi dengan ion LAS, sehingga memudahkan ion LAS untuk mengisi situs aktif tersebut. Setelah kesetimbangan tercapai, tidak terjadi peningkatan atau penurunan yang signifikan terhadap proses adsorpsi. Kesetimbangan adsorpsi terjadi karena adanya interaksi adsorben dan adsorbat yang kelewat jenuh. Waktu kontak optimum yang diperoleh yaitu 60 menit selanjutnya digunakan untuk penentuan konsentrasi LAS yang diadsorpsi menggunakan magnetit. Hasil pengamatan pengaruh konsentrasi larutan terhadap adsorpsi LAS disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan antara C_e dengan jumlah LAS teradsorpsi

Berdasarkan Gambar 8. dapat dilihat bahwa penyerapan LAS optimum terjadi pada $2,443 \times 10^{-6}$ mol/L sebesar $2,367 \times 10^{-6}$ mol/g hingga konsentrasi $4,179 \times 10^{-6}$ mol/L sebesar $2,388 \times 10^{-6}$ mol/g tidak mengalami perubahan yang signifikan. Peningkatan konsentrasi ini menyebabkan kenaikan jumlah LAS yang teradsorpsi dan pada saat optimum jumlah LAS yang teradsorpsi tidak mengalami perubahan yang signifikan, hal ini terjadi karena magnetit mencapai kapasitas yang jenuh. Semakin tinggi konsentrasi maka memperbesar kemungkinan tumbukan efektif yang akan mempercepat laju reaksi.

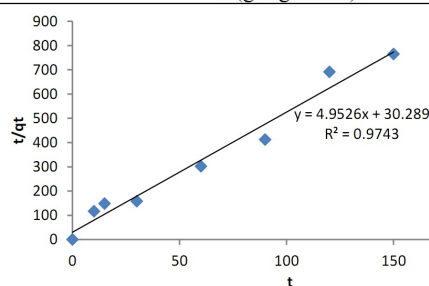
Pada model kinetika *Langmuir-Hinshelwood* konstanta laju adsorpsi dapat ditentukan dari nilai *slope* kurva linear $\ln(C_0 - C_t)/(C_0 - C_t)$ lawan $t/(C_0 - C_t)$ (Umaningrum, *et al.*; 2010). Model kinetika orde satu semu *Lagergren* dilakukan dengan membuat kurva antara $\ln(q_e - q_t)$ vs t dan diperoleh nilai k_1 dan q_e (Umaningrum, *et al.*; 2010). Model kinetika orde dua semu *Ho* dilakukan dengan membuat kurva t/q_t vs t (Dong, *et al.*; 2010). Hasil perhitungan kinetika adsorpsi LAS menggunakan magnetit (Fe_3O_4) disajikan pada Tabel 1.

Penentuan model kinetika adsorpsi LAS

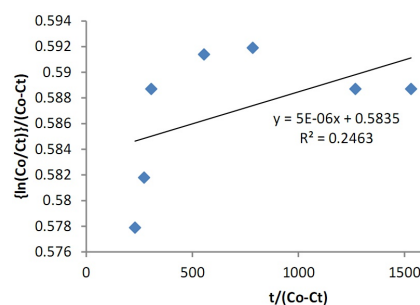
menggunakan magnetit (Fe_3O_4) dengan ketiga model kinetika tersebut, model kinetika *Ho* memberikan faktor korelasi (R^2) yang lebih baik dibanding model kinetika *Langmuir-Hinshelwood* dan *Lagergren* yaitu sebesar 0,974. Proses adsorpsi LAS menggunakan magnetit (Fe_3O_4) mengikuti model kinetika pseudo orde dua *Ho*, dengan konstanta laju adsorpsi ion LAS sebesar 0,8095 g/mg menit. Kurva Kinetika *Ho*, kurva kinetika *Langmuir-Hinshelwood* dan kurva kinetika *Lagergren* disajikan pada Gambar 9, 10, dan 11.

Tabel 1. Hasil perhitungan kinetika adsorpsi LAS menggunakan magnetit (Fe_3O_4)

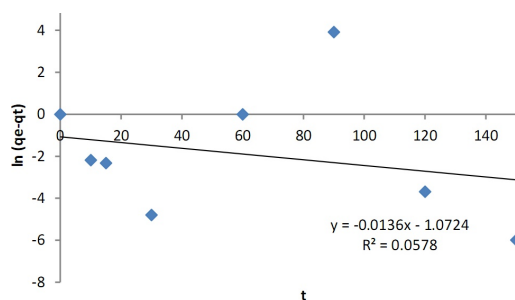
Model	Parameter	Nilai
Langmuir-Hinshelwood	R^2	0,246
	k_1 (menit ⁻¹)	5×10^{-6}
	k_0 (L/mol)	0,583
Lagergren	R^2	0,057
	k_1 (menit ⁻¹)	-0,013
	q_e (mg/g)	-1,072
<i>Ho</i>	R^2	0,974
	h (mg/ g menit)	0,033
	k (g/mg menit)	0,8095



Gambar 9. Kurva kinetika *Ho*



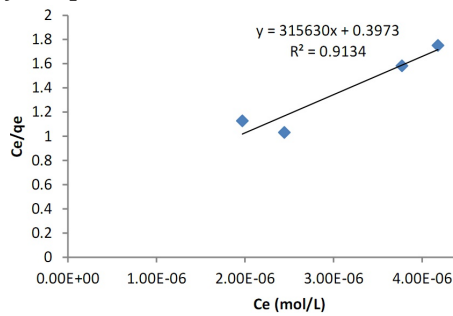
Gambar 10. Kurva kinetika *Langmuir-Hinshelwood*



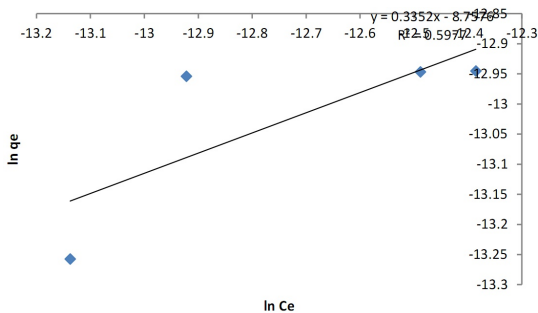
Gambar 11. Kurva kinetika *Lagergren*

Penentuan model dari isoterm *Langmuir*

adsorpsi LAS menggunakan magnetit dilakukan dengan membuat kurva linier C_e/q_e vs C_e , sedangkan model isoterm *Freundlich* dilakukan dengan membuat kurva linier $\ln q_e$ vs $\ln C_e$ (Chang, *et al.*; 2011). Kurva isoterm *Langmuir* dan kurva isoterm *Freundlich* disajikan pada Gambar 12 dan Gambar 13. Hasil Perhitungan kapasitas adsorpsi LAS menggunakan magnetit disajikan pada Tabel 2.



Gambar 12. Kurva isoterm *Langmuir*



Gambar 13. Kurva isoterm *Freundlich*

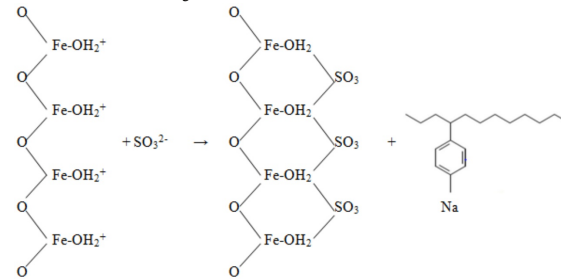
Tabel 2. Hasil Perhitungan kapasitas adsorpsi LAS menggunakan magnetit

Langmuir			Freundlich		
q _{max}	K _L (L/mg)	R ²	K _F (mg/g)	n	R ²
10,84 mg/g	79501,25	0,913	1,57x10 ⁻¹	2,985	0,597

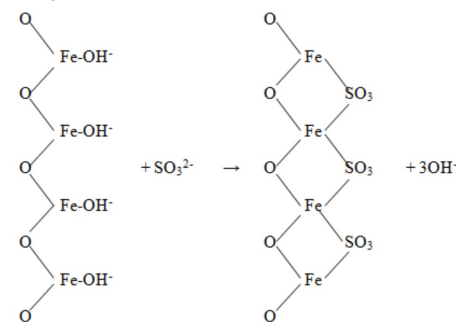
Dari data hasil penelitian terlihat bahwa adsorpsi LAS menggunakan magnetit mengikuti model isoterm *Langmuir* dengan faktor korelasi (R^2) sebesar 0,913. Artinya, situs aktif pada permukaan Fe_3O_4 dapat dianggap homogen dan tidak ada interaksi antara molekul adsorbat ion SO_3^{2-} , sehingga adsorpsi ion SO_3^{2-} pada Fe_3O_4 hanya membentuk satu lapisan (monolayer). Dari perhitungan isoterm *Langmuir* diperoleh kapasitas maksimum Fe_3O_4 dalam mengadsorpsi ion SO_3^{2-} adalah sebesar 10,84 mg/g. Pada adsorpsi LAS menggunakan Fe_3O_4 energi yang dilepaskan sebesar 28,14 kJ mol⁻¹. Artinya, adsorpsi tersebut merupakan adsorpsi secara kimia. Reaksi yang diperkirakan antara magnetit dengan ion SO_3^{2-} disajikan pada Gambar 14 dan Gambar 15.

Pada Gambar 14. menunjukkan reaksi pada keadaan asam dengan ion H^+ yang ber-

lebih sehingga akan berinteraksi dengan ion SO_3^{2-} . Sedangkan pada Gambar 15. menunjukkan reaksi pada keadaan basa dengan ion OH^- berlebih sehingga akan saling berkompetisi dengan ion SO_3^{2-} .



Gambar 14. Reaksi antara magnetit dengan ion SO_3^{2-} dalam keadaan asam



Gambar 15. Reaksi antara magnetit dengan ion SO_3^{2-} dalam keadaan basa

Simpulan

Metode kopresipitasi dapat digunakan untuk sintesis magnetit, metode ini melibatkan kopresipitasi larutan garam Fe^{2+} dan Fe^{3+} oleh penambahan basa dan menghasilkan serbuk hitam magnetit (Fe_3O_4). Karakterisasi magnetit dengan FT-IR pada bilangan gelombang 586,36 dan 401,19 cm^{-1} terdapat pita serapan utama melebar dan menyebar yang merupakan vibrasi ulur FeO magnetit. Karakterisasi dengan XRD diperoleh semua sisi puncak magnetit hasil sintesis konsisten dengan data standar untuk Fe_3O_4 (file JCPDS No. 85-1436) dengan ukuran inti rata-rata partikel sebesar 19,34481 nm. Karakterisasi dengan BET diperoleh magnetit hasil sintesis yang memiliki luas permukaan sebesar 56,973 m^2/g , volume pori total sebesar 0,3076 cm^3/g , dan jari-jari pori rerata sebesar 10,79 nm. Karakterisasi uji kemagnetan dengan magnet permanen dapat menarik magnetit hasil sintesis. Keadaan optimum penyerapan LAS dengan adsorben magnetit adalah pada pH 6,07, waktu kontak optimum selama 60 menit dan konsentrasi optimum 2,4433x10⁻⁶ mol/L. Parameter kinetika dan isoterm yang telah dipelajari untuk adsorpsi LAS menggunakan magnetit adalah kinetika *pseudo* orde dua Ho dan isoterm *Langmuir*

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. 2005. SNI 06-6989.51-2005. *Cara Uji Kadar Surfaktan Anionik dengan Spektrofotometer secara Biru Metilen*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Chang, Q., Zhu, L., Luo, Z., Lei, M., Zhang, S., Tang, H. 2011. Sono-Assisted Preparation of Magnetic Magnesium-Aluminum Layered Double Hydroxides and their Application for Removing Fluoride. *Ultrasonics Sonochemistry*, (18): 553-561
- Dong, L., Z. Zhu, Y. Qiu, J. Zhao. 2010. Removal of Lead from Aqueous Solution by Hydroxyapatite/Magnetite Composite Adsorbent. *Chemical Engineering Journal*, (165): 827-834
- El-kharrag, R., Amr, A., Yaser, E. 2011. Low Temperature Synthesis of Monolithic Mesoporous Magnetite Nanoparticles. *Ceramica international*, 1-7
- Hartoyo, A.W.W, S.Wahyuni, dan Harjito. 2013. Penurunan Kadar Linear Alkyl Sulfonate oleh Fotokatalis TiO₂/Zeolit Alam. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2 (2): 108-113
- Iwasaki, T., K. Kosaka, T. Yabuuchi, S. Watano, T. Yanagida, T. Kawai. 2009. Novel Mechanochemical Process for Synthesis of Magnetite Nanoparticles using Coprecipitation Method. *Advanced Powder Technology*, 20: 521-528
- Khulood, A., Al-Sa'adi, A. Al Meammar. 2009. Adsorption Studies of Linear Alkyl-benzene Sulfonate using Iraqi Bentonite Clays. *Iraqi Journal of Science*, 50(2): 144-151
- Petcharoen, K. Sirivat, A. Synthesis and Characterization of Magnetite Nanoparticles via the Chemical Co-Precipitation Method. 2012. *Material Science and Engineering B*, 177: 421-427
- Puspitasari, D.P. 2006. *Adsorpsi Surfaktan Anionik pada berbagai pH menggunakan Karbon Aktif termodifikasi Zink Klorida*. Skripsi. Bogor: Jurusan Kimia. Institut Pertanian Bogor
- Teja, A.S., dan P.Y. Koh. 2009. Synthesis, Properties, and Applications of Magnetic Iron Oxide Nanoparticles. *Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials*, 55: 22-25
- Santosa, N.B. 2009. *Kimia Lingkungan*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Umaningrum, D., T.S. Urip, N. Radna, and Y. Rahmad. 2010. Adsorption Kinetics of Pb (II), Cd(II) and Cr (III) on Adsorbent Produced by Protected-Crosslinking of Humic Acid-Chitosan. *Indo. J. Chem.*, 10 (1): 80-87
- Wang, S., T. Terdkiatburan & M.O. Tade. 2008. Adsorption of Cu(II), Pb(II) and Humic Acid on Natural Zeolite Tuff in Single and Binary Systems. *Separation and Purification Technology*, (62): 64-70
- Wardhana, W.A. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi offset