

PEMANFAATAN PASIR DARI KAOLIN CAPKALA TERLAPIS MANGAN DIOKSIDA UNTUK MENURUNKAN KADAR ION FOSFAT DALAM LARUTAN

Maulini^{1*}, Lia Destiarti¹, Winda Rahmalia¹, Nelly Wahyuni¹

¹Program Studi Kimia, Falkutas MIPA, Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

*email: maulini259259@gmail.com

ABSTRAK

Kaolin Capkala merupakan jenis lempung yang mengandung mineral kaolinit dan pasir kuarsa. Pasir kuarsa merupakan bagian dari kaolin Capkala yang pemanfaatannya belum dilakukan secara optimal. Penelitian mengenai pemanfaatan pasir dari kaolin Capkala terlapis mangan dioksida untuk menentukan kadar ion fosfat dalam larutan telah dilakukan. Pasir terlapis mangan dioksida disintesis menggunakan $KMnO_4$ 0,2 M dan HCl 37%. Parameter yang dipelajari adalah waktu kontak adsorben dengan adsorbat dan pengaruh konsentrasi adsorbat. Hasil analisis XRF menunjukkan bahwa pasir kuarsa terlapis mangan dioksida mengandung mineral MnO 0,289%, SiO_2 94,424%, Al_2O_3 1,3% dan hasil analisis XRD menunjukkan sudut $2\theta = 37,05^\circ$; $45,09^\circ$; $69,11^\circ$ khas untuk mangan dioksida. Pasir kuarsa yang dilapisi dengan mangan dioksida (MnO_2) dapat meningkatkan stabilitas dan kemampuan mangan dioksida dalam menurunkan polutan fosfat (PO_4^{3-}) yang dapat merusak keseimbangan lingkungan perairan. Hasil penelitian diperoleh waktu kontak optimum adalah 3 jam dengan efektivitas adsorpsi 25,41% dan kapasitas adsorpsi pada penelitian ini mengikuti model adsorpsi Langmuir dengan nilai kapasitas sebesar 2,364 mg/g.

Kata Kunci: Fosfat, kaolin capkala, mangan dioksida, pasir

PENDAHULUAN

Kaolin merupakan jenis lempung yang mengandung mineral kaolinit dan terbentuk melalui proses pelapukan. Secara fisik kaolin adalah batuan yang terdiri dari tanah mineral dan pasir biasanya berwarna putih bersih dan kekuningan, lunak, berbutir halus. Kaolin banyak mengandung bahan-bahan kimia seperti SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , K_2O (Munasir dkk, 2012). Saat ini bagian kaolin yang biasanya dimanfaatkan adalah kandungan mineral kaolinit yaitu sebagai bahan tambahan untuk berbagai produk industri seperti keramik, kertas, cat, kosmetik dan farmasi, bahan pembuatan karet/pestisida dan sebagainya, namun pasir yang terdapat dalam kaolin belum termanfaatkan secara optimal.

Jenis pasir yang terdapat di dalam kaolin Capkala adalah pasir kuarsa. Said (2005) mengemukakan bahwa pasir kuarsa memiliki permukaan yang luas dan memiliki potensi menjadi bahan pembawa atau pengikat (mampu menahan material tersuspensi) untuk meningkatkan kualitas dari suatu bahan seperti adsorben mangan dioksida. Mangan dioksida (MnO_2) merupakan logam oksida yang sering digunakan untuk remediasi air dari logam berat dan limbah bukan logam. Pengaplikasian mangan dioksida secara langsung memiliki kelemahan yaitu memiliki sifat kurang stabil dan halus sehingga menyebabkan mangan lepas saat proses pemisahan adsorben dari larutan adsorbat (Aprianti, *et al.*, 2015).

Kemampuan mangan dioksida dalam menurunkan polutan menjadi meningkat dengan adanya pengikat yang kuat dan stabil. Mangan dioksida yang telah diimobilisasi pada pasir kuarsa dapat meningkatkan stabilitas dan kemampuan mangan dioksida dalam menurunkan polutan yang dapat merusak keseimbangan lingkungan perairan (Suriadi, 2017). Salah satu polutan anionik adalah limbah fosfat (PO_4^{3-}) yang dihasilkan oleh kegiatan industri pertanian, industri logam dan industri *laundry* rumah tangga atau limbah pencucian menggunakan deterjen (Agnestisia, *et al.*, 2012).

Limbah *laundry* dari penggunaan detergen dilaporkan memiliki kandungan rata-rata ion fosfat sebesar 10,21 mg/L (Wardhana, *et al.*, 2009). Kadar fosfat dalam perairan alami pada

umumnya tidak diperkenankan lebih dari 1 mg/L (Perkins, 1974). Kadar ion fosfat yang melebihi ambang batas dapat menurunkan kualitas air dan menyebabkan eutrofikasi yang berakibat pada pencemaran lingkungan bahkan kematian makhluk hidup air seperti ikan dan spesies lain (Budi, 2006). Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu adanya upaya penurunan kandungan fosfat dalam limbah detergen. Pada penelitian ini penurunan kadar fosfat dalam larutan dilakukan dengan menggunakan pasir kuarsa terlapis mangan dioksida (MnO_2). Pasir yang digunakan diperoleh dari hasil pemisahan kaolinit dari kaolin yang berasal dari Desa Capkala, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah alat-alat gelas, ayakan ukuran 100 dan 200 mesh, kertas saring, neraca analitik, oven, *rotary shaker*, spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV-1280, *X-Ray Fluorescence* (XRF) PANalytical Epsilon 3 dan *X-Ray Diffraction* (XRD) XPERT-PRO. Bahan-bahan yang digunakan adalah akuades (H_2O) demineral, ammonium hepta molibdat ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) (p.a, Merck), amonium metavanadat ($(\text{NH}_4)\text{VO}_3$) (p.a, Merck), asam klorida (HCl) (p.a, Merck), asam nitrat (HNO_3) (p.a, Merck), kalium permanganat (KMnO_4) (p.a, Brataco Chemical), mangan dioksida (MnO_2) (p.a, Ajax Chemical), natrium dihidrogen fosfat ($\text{NaH}_2\text{PO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$) (p.a, Merck), dan kaolin Capkala.

Prosedur Kerja

Preparasi dan karakterisasi pasir silika dari tanah capkala

Kaolin Capkala yang telah disiapkan dicuci sedikit demi sedikit (dengan cara direndam dalam akuades sambil diremas-remas), kemudian dilakukan proses sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit sehingga dihasilkan pasir kuarsa yang mengendap pada dasar wadah. Setelah itu pasir kuarsa yang didapat dicuci dengan akuades, dioven dengan suhu 110°C selama 24 jam. Pasir kering direndam dalam larutan asam klorida 0,1 M selama 24 jam, didekantasi dan residu dicuci kembali dengan akuades hingga netral (pH mendekati 7). Pasir tersebut kemudian dikeringkan kembali pada 110°C dengan oven. Pasir kuarsa hasil preparasi kemudian diayak dengan ayakan 100 dan 200 *mesh*. Pasir kuarsa yang digunakan adalah pasir kuarsa yang lolos pada ayakan 100 *mesh* dan tertahan pada ayakan 200 *mesh* (Mellisani, *et al.*, 2013). Karakterisasi kandungan mineral dalam sampel pasir kuarsa sebelum dan sesudah aktivasi dilakukan dengan XRF dan XRD.

Sintesis pasir kuarsa terlapis mangan dioksida

Hasil sintesis pasir kuarsa terlapis mangan dioksida dilakukan dengan mengadopsi metode Han, *et al.* (2006). Sebanyak 200 g pasir hasil preparasi ditambah dengan KMnO_4 0,2 M sebanyak 250 mL diaduk dengan *magnetic stirrer*. Selama pengadukan ditambahkan HCl 37% sebanyak 20 mL yang dilakukan tetes demi tetes dan kemudian didiamkan selama 24 jam. Setelah itu pasir yang terlapis mangan dioksida disaring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama ± 5 jam. Pasir kuarsa termodifikasi dicuci dengan air suling hingga pH netral, kemudian dikeringkan pada suhu ruangan dan disimpan pada botol tertutup. Pasir hasil sintesis ini kemudian dianalisis dengan menggunakan XRF dan XRD.

Penentuan kurva kalibrasi ion fosfat dengan Spektrofotometri UV-Vis

Penentuan kadar ion fosfat dengan spektrofotometer UV-Vis dilakukan berdasarkan metode vanadat-molibdat (Aprianti, *et al.*, 2015). Pengukuran fosfat secara spektrofotometer UV-Vis dilakukan dengan pembuatan kurva kalibrasi dari larutan standar fosfat yang telah diketahui konsentrasinya secara pasti. Larutan standar fosfat dibuat dari $\text{NaH}_2\text{PO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi 1000 mg/L dalam 500 mL larutan. Larutan standar fosfat kemudian diencerkan menjadi 100 mg/L dalam 1 L dan larutan kemudian diencerkan menjadi 1; 4; 8; 12; 16; 20 dan 24 mg/L dalam 100 mL larutan untuk pembuatan kurva kalibrasi. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dengan menggunakan sampel yang berbeda. Reagen vanadat-molibdat dibuat dengan cara melarutkan 0,1175 gram ammonium metavanadat ke dalam 15 mL air panas dan ditambahkan 20 mL HNO_3 65% (Larutan A). Selanjutnya sebanyak 2 g

ammonium molibdat dilarutkan ke dalam 20 mL air panas (Larutan B). Kedua larutan A dan B didinginkan lalu dicampur dan ditepatkan dengan air hingga 100mL. Sampel yang mengandung ion fosfat diambil sebanyak 10 mL dan ditambahkan dengan reagen vanadat-molibdat sebanyak 1 mL. Campuran didiamkan selama 15 menit kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum (hasil *scanning*) 342 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (EPA, 1971).

Karakterisasi adsorpsi ion fosfat oleh pasir kuarsa terlapis mangan dioksida

Karakterisasi adsorpsi ion fosfat oleh pasir kuarsa dilakukan dengan variasi waktu dan variasi konsentrasi larutan fosfat. Larutan fosfat induk dibuat menggunakan $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi fosfat 1000 mg/L yang dibuat dalam 500mL larutan, kemudian diencerkan menjadi 10 mg/L sebanyak 1 L. Setelah itu dimasukkan larutan fosfat 10 mg/L ke dalam 5 buah botol masing-masing sebanyak 100 mL dengan massa pasir kuarsa terlapis mangan dioksida yang digunakan sebanyak 1,6 gram. Semua botol ditutup dan dikocok menggunakan shaker dengan variasi waktu 1; 2; 3; 4 dan 5 jam. Selanjutnya larutan disaring dan ditentukan kandungan fosfat pada filtrat menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Waktu interaksi optimum yang diperoleh kemudian digunakan dalam penentuan konsentrasi fosfat untuk menghitung kapasitas adsorpsi dari isotherm adsorpsi. Adapun variasi konsentrasi yang digunakan yaitu 10, 15, 20, 25, dan 30 mg/L (Mellisani, *et al.*, 2013).

Penentuan persen efektivitas penurunan ion fosfat oleh pasir kuarsa terlapis mangan dioksida

Penentuan persentase adsorpsi ion fosfat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\%$$

Persen penurunan menunjukkan konsentrasi ion fosfat yang terserap oleh pasir kuarsa terlapis mangan dioksida. Nilai C_0 menunjukkan konsentrasi awal ion fosfat sebelum dikontakkan dengan pasir kuarsa terlapis mangan dioksida dan C_e adalah konsentrasi ion fosfat setelah dikontakkan dengan Pasir kuarsa terlapis mangan dioksida. Berdasarkan hasil perhitungan persen efektivitas penurunan ion fosfat oleh pasir kuarsa terlapis mangan dioksida maka akan diperoleh persen efektivitas optimum penurunan konsentrasi ion fosfat (Suprihatin dan Indrasti, 2010).

Penentuan kapasitas adsorpsi ion fosfat pada pasir kuarsa terlapis mangan dioksida

Penentuan kapasitas adsorpsi Langmuir dan Freundlich adsorben pasir kuarsa terlapis mangan dioksida dihitung menggunakan persamaan linear Langmuir dan Freundlich. Kapasitas adsorpsi Langmuir dilakukan menggunakan persamaan 1 sedangkan kapasitas adsorpsi Freundlich dihitung dengan persamaan 2. Kapasitas adsorpsi Langmuir (Q_0) diperoleh dari persamaan garis kurva $1/C_e$ terhadap $1/q_e$ sedangkan kapasitas adsorpsi Freundlich (K_f) diperoleh dari persamaan garis kurva $\log C_e$ terhadap $\log q_e$ (Handayani dan Sulistiyono, 2009).

$$q_e = \frac{Q_0 K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (1)$$

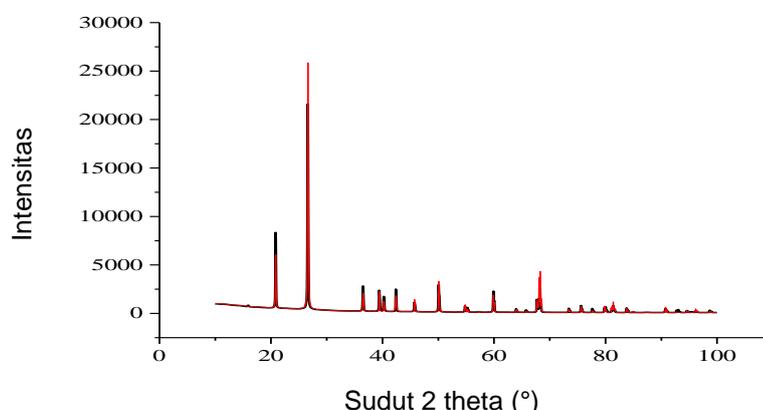
$$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{Q_0} + \frac{1}{Q_0 K_L C_e} \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi dan Karakterisasi Pasir dari Kaolin Capkala

Pasir kuarsa yang telah dipreparasi kemudian dikarakterisasi menggunakan XRF dan XRD. Pasir sebelum dan setelah diaktivasi menggunakan HCl juga dikarakterisasi menggunakan XRD. Difraktogram pasir kuarsa sebelum dan sesudah aktivasi menunjukkan puncak karakteristik di sudut $2\theta = 26,585^\circ$ dan $2\theta = 26,602^\circ$ yang menunjukkan puncak tertinggi yaitu kuarsa, selain itu karakteristik SiO_2 juga ditemukan pada sudut $2\theta = 20,823^\circ$; $42,390^\circ$; $50,067^\circ$. Data hasil XRD ini mendukung data hasil XRF yang menunjukkan bahwa SiO_2 adalah senyawa utama penyusun pasir kuarsa dengan kadar 94,246%. Pada kedua difraktogram tersebut, tampak pola difraksi dengan harga 2θ dan harga d yang hampir sama dengan intensitas yang

sedikit berbeda. Pasir kuarsa setelah aktivasi memiliki beberapa titik intensitas yang lebih rendah daripada pasir kuarsa sebelum aktivasi, misalnya terlihat pada sudut $2\theta = 21^\circ, 37^\circ, 43^\circ,$ dan 60° . Penurunan intensitas ini kemungkinan terjadi karena adanya unsur yang terlepas dari kerangka pasir kuarsa. Terlepasnya unsur ini menyebabkan dekrystalisasi yang akan mengakibatkan meningkatnya struktur kristal yang tidak teratur sehingga kristalinitas berkurang (Pardoyo dkk, 2009).



Gambar 1. Difraktogram pasir kuarsa sebelum aktivasi (hitam) dan pasir kuarsa setelah teraktivasi HCl (merah)

Tabel 1. Hasil Analisis XRF Pasir Preparasi dan Pasir Terlapis MnO_2 yang telah Teraktivasi HCl

Unsur	Persentase (%)	Unsur	Persentase (%)
MgO	0,591	MgO	0,688
Al_2O_3	4,121	Al_2O_3	1,300
SiO_2	94,25	SiO_2	94,42
P_2O_5	0,250	P_2O_5	0,702
K_2O	0,072	K_2O	0,086
CaO	0,085	CaO	0,162
TiO_2	0,502	TiO_2	0,191
Cr_2O_3	0,001	V_2O_5	0,004
MnO	0,003	MnO	0,289
Fe_2O_3	0,066	Fe_2O_3	0,054
ZrO_2	0,005	ZrO_2	0,004
Ag_2O	0,053	Ag_2O	0,160

Hasil analisis XRF menunjukkan terjadinya perubahan persentase unsur yang terkandung di dalam pasir setelah dilakukan aktivasi dengan HCl. Adanya penurunan persentase unsur pada pasir terjadi pada unsur Al, Ti, Zr, Fe dan Cr. Hal ini disebabkan karena aktivasi dengan HCl mampu melarutkan zat-zat pengotor sehingga kandungan zat pengotor tersebut mengalami penurunan.

Sintesis Pasir Terlapis Mangan Dioksida

Sintesis pasir terlapis MnO_2 dilakukan bertujuan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi terhadap PO_4^{3-} . Sintesis mangan dioksida diperoleh dari hasil reduksi KMnO_4 oleh HCl. KMnO_4 pada reaksi ini berperan sebagai oksidator yang bertugas mengoksidasi HCl, sedangkan HCl berperan sebagai reduktor yang bertugas mereduksi KMnO_4 .



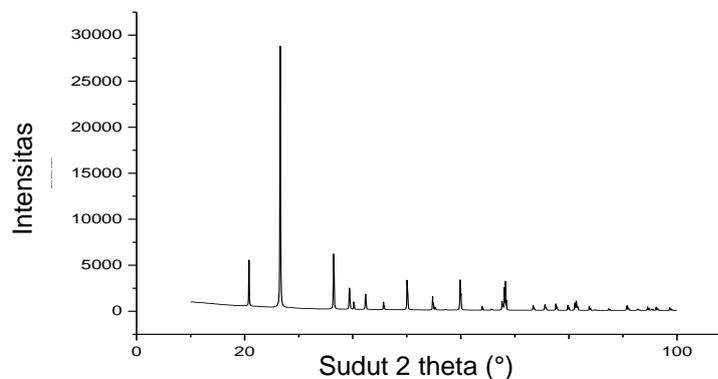
Proses sintesis pasir kuarsa terlapis MnO_2 menjadikan MnO_2 yang terbentuk akan menempel pada permukaan pasir kuarsa, sehingga pasir yang awalnya berwarna putih menjadi berwarna coklat. Gambar 2 menunjukkan pasir kuarsa hasil preparasi dan pasir kuarsa terlapis MnO_2 .



Gambar 2. Penampakan fisik pasir kuarsa sebelum terlapis MnO_2 (a) dan pasir kuarsa setelah terlapis MnO_2 (b)

Gambar 2 menunjukkan perbedaan warna antara pasir kuarsa sebelum terlapis mangan dioksida dengan pasir kuarsa sesudah terlapis mangan dioksida. Pasir kuarsa terlapis mangan dioksida pada penelitian ini memiliki karakter berwarna coklat kehitaman. Penelitian yang dilakukan oleh Mellisani, *et al.* (2013) juga melaporkan bahwa pasir terlapis mangan dioksida memiliki karakter berwarna coklat kehitaman yang menunjukkan adanya mangan dioksida menempel pada permukaan pasir kuarsa. Hasil analisis XRF (pada tabel 1) juga menunjukkan adanya peningkatan kandungan MnO dari pasir kuarsa sebelum terlapis dengan sesudah terlapis mangan dioksida. Persen massa relatif MnO dalam pasir kuarsa sebelum terlapis mangan dioksida yaitu 0,003% dan setelah dimodifikasi dengan mangan dioksida meningkat menjadi 0,289%. Hasil analisis ini menunjukkan peningkatan kandungan mangan oksida sebanyak 96 kali dari kandungan semula sehingga dapat dinyatakan bahwa mangan oksida telah terlapis pada permukaan pasir kuarsa.

Analisis XRF tidak dapat mendeteksi kandungan mangan dioksida dalam pasir kuarsa termodifikasi, sehingga senyawa mangan dioksida (MnO_2) terdeteksi sebagai senyawa mangan oksida (MnO). Oleh karena itu, dilakukan analisis menggunakan XRD untuk mengetahui kandungan mineral mangan dioksida dalam pasir kuarsa terlapis mangan dioksida. Hasil difraktogram dari pasir kuarsa terlapis mangan dioksida dapat dilihat pada Gambar 3. Mineral mangan dioksida yang melapisi permukaan pasir kuarsa ditunjukkan oleh nilai sudut 2θ yaitu $37,05^\circ$; $45,09^\circ$; dan $69,11^\circ$ dengan nilai d spacing $2,42 \text{ \AA}$; $2,009 \text{ \AA}$; dan $1,358 \text{ \AA}$. Data difraktogram yang diperoleh tersebut sesuai dengan database ICDD (*International Centre For Diffraction Data*) mangan dioksida No. 00-042-1169.

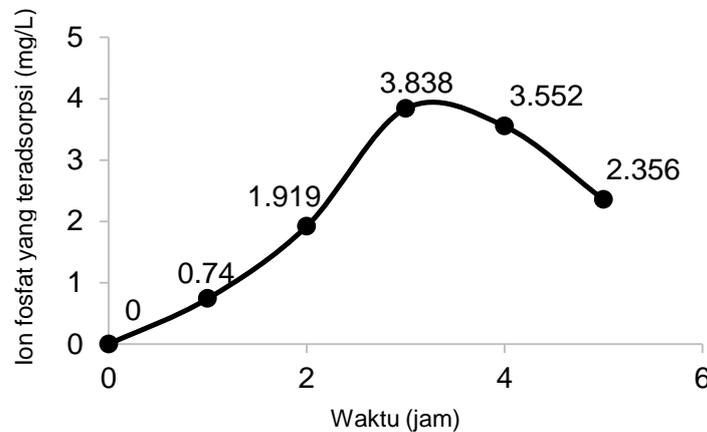


Gambar 3. Difraktogram pasir kuarsa terlapis MnO_2

Sifat Adsorpsi Ion Fosfat pada Adsorben Pasir Besi Terlapis MnO_2

Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi ion fosfat pada pasir kuarsa terlapis MnO_2

Pasir terlapis MnO_2 memerlukan waktu yang cukup untuk berinteraksi dengan larutan fosfat agar ion fosfat dapat menurun secara maksimal. Pengaruh waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat dilakukan dengan beberapa variasi waktu yaitu 1, 2, 3, 4, dan 5 jam. Pengaruh waktu kontak terhadap efektivitas adsorpsi ditunjukkan pada Gambar 4.



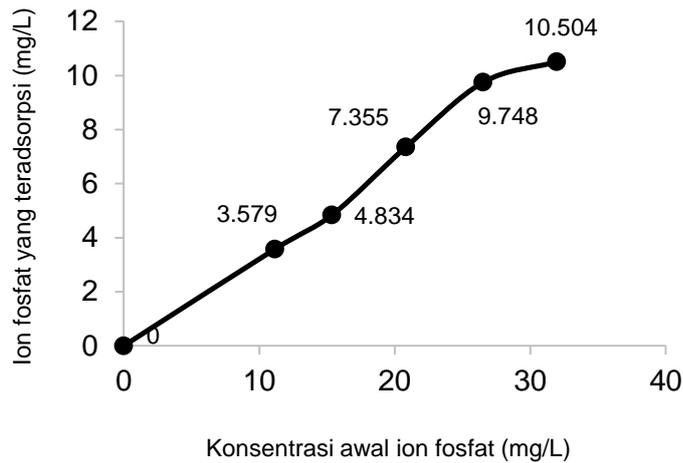
Gambar 4. Grafik hubungan pengaruh waktu kontak terhadap konsentrasi ion fosfat yang teradsorpsi (m adsorben = 1,6g ; C_0 = 10mg/L)

Gambar 4. menunjukkan bahwa Ion fosfat yang teradsorpsi oleh pasir kuarsa terlapis mangan dioksida terus meningkat seiring bertambahnya waktu kontak. Adsorpsi terus meningkat dari waktu 1 jam hingga optimum pada waktu 3 jam dan ion fosfat yang teradsorpsi sebesar 3,838 mg/L dengan persen efektivitas 33,97%. Aprianti, *et al.* (2015) melaporkan bahwa adsorpsi terus meningkat dikarenakan gugus aktif permukaan adsorben masih belum jenuh berikatan dengan molekul-molekul adsorbat sehingga memudahkan terjadinya proses pertukaran ligan maupun interaksi elektrostatik antara ion H_2PO_4 dengan sisi aktif adsorben. Adsorpsi kemudian menurun setelah waktu 3 jam, karena semua situs aktif adsorben telah mencapai keadaan jenuh sehingga ikatan antara adsorbat dengan situs aktif adsorben akan melemah yang menyebabkan terjadi proses desorpsi. Proses adsorpsi dilakukan pengocokan kontinu dan ketika pengocokan dalam waktu yang melebihi waktu optimum akan merusak ikatan antara gugus aktif adsorben dengan ion fosfat yang ditandai dengan larutan adsorbat akhir adsorpsi keruh.

Isoterm adsorpsi ion fosfat pada pasir kuarsa terlapis MnO_2

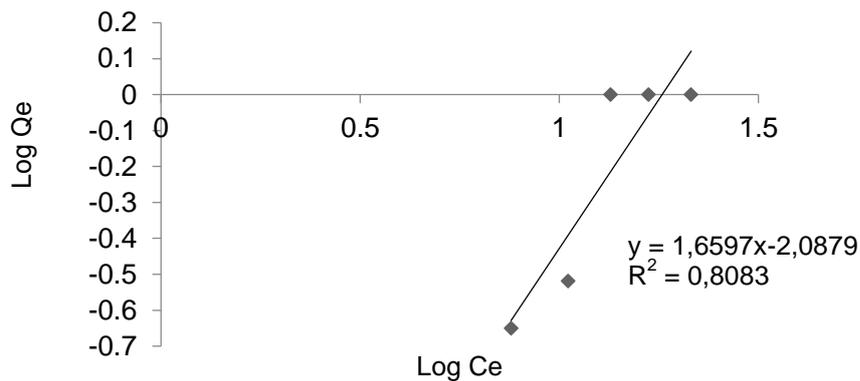
Variasi konsentrasi ion fosfat dibuat menyesuaikan rentang konsentrasi ion fosfat yang ditemukan dalam limbah di lingkungan. Kadar fosfat dalam limbah domestik di Penang, Malaysia berkisar antara 3-15 mg/L (Hussain, *et al.*, 2011). Dalam penelitian ini variasi konsentrasi yang digunakan adalah 10 mg/L, 15 mg/L, 20 mg/L, 25mg/L, dan 30 mg/L. Variasi konsentrasi dilakukan untuk melihat kemampuan adsorpsi optimum pasir kuarsa terlapis mangan dioksida terhadap ion fosfat. Grafik hubungan konsentrasi awal ion fosfat dengan ion fosfat yang teradsorpsi pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada masing-masing variasi konsentrasi, ion fosfat yang teradsorpsi terus mengalami peningkatan. Peningkatan jumlah konsentrasi ion fosfat teradsorpsi pada beberapa variasi konsentrasi menunjukkan bahwa gugus aktif pada permukaan adsorben masih belum jenuh sehingga ion fosfat yang teradsorpsi oleh pasir kuarsa terlapis mangan dioksida terus mengalami peningkatan. Grafik pada Gambar 5. menunjukkan adsorpsi optimum terjadi pada konsentrasi ion fosfat 30 mg/L dengan jumlah ion fosfat teradsorpsi 10,504 mg/L dan persen efektivitas 32,87 %.

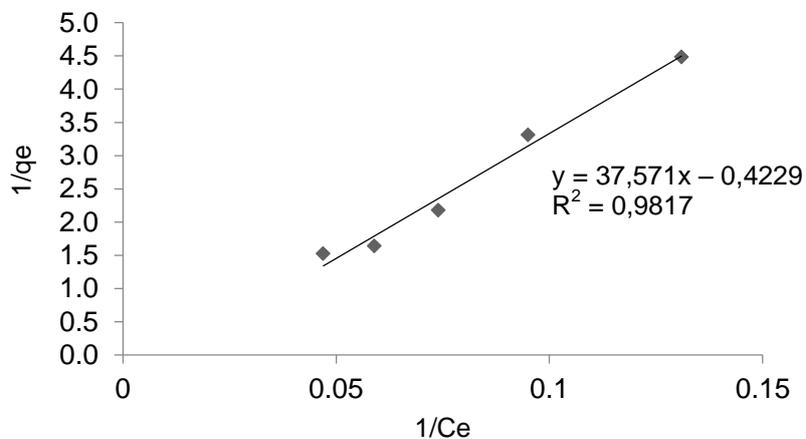


Gambar 5. Grafik hubungan konsentrasi awal ion fosfat terhadap jumlah ion fosfat yang teradsorpsi oleh pasir kuarsa terlapis mangan dioksida (m adsorben= 1,6 g ; t = 3 jam)

Penentuan kapasitas adsorpsi ion fosfat oleh pasir terlapis MnO_2 dilakukan berdasarkan dua model adsorpsi isoterm yaitu Freundlich dan Langmuir. Hasil penelitian menunjukkan model adsorpsi isoterm ion fosfat oleh pasir terlapis MnO_2 ditunjukkan pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Model adsorpsi isoterm Freundlich



Gambar 7. Model adsorpsi isoterm Langmuir

Tabel 2. Parameter Adsorpsi Isoterm

	Langmuir		Freundlich
q_m (mg/g)	2,364	K_f (mg/g)	0,008
KL	0,011	n	0,602
R^2	0,981	R^2	0,808

Model isoterm adsorpsi Freundlich menggambarkan bahwa permukaan adsorben bersifat heterogen dan interaksi permukaan adsorben dengan molekul adsorbat terjadi karena adanya interaksi secara fisika dan distribusi molekul adsorbat ke permukaan adsorben membentuk multilayer (Rout dkk, 1984). Interaksi yang mungkin terjadi antara pasir kuarsa terlapis mangan dioksida dengan ion fosfat berdasarkan isoterm Freundlich yaitu adsorpsi oleh pori dan interaksi elektrostatis. Sedangkan model isoterm adsorpsi Langmuir mengasumsikan bahwa proses adsorpsi terjadi pada lapisan monolayer dengan tingkat energi yang homogen. Gugus aktif pasir kuarsa terlapis mangan dioksida seperti mangan dioksida dan PO_4^{3-} dapat berikatan dengan ion fosfat dengan mekanisme pertukaran ligan (terjadinya interaksi kimia).

Hasil penelitian Suriadi (2017) pada ion fosfat oleh pasir besi terlapis mangan dioksida menunjukkan kapasitas adsorpsi isoterm Langmuir yang diperoleh sebesar 9,7847 mg/g. Penelitian lain yang menggunakan zeolite mangan komersial terhadap adsorpsi ion fosfat menunjukkan nilai kapasitas adsorpsi isoterm Langmuir sebesar 0,078 mg/g (Aprianti, 2015). Hasil penelitian ini pada ion fosfat oleh pasir kuarsa terlapis mangan dioksida menunjukkan kapasitas adsorpsi isoterm Langmuir sebesar 2,364 mg/g.

Berdasarkan gambar 6 dan 7 nilai linearitas yang diperoleh dari masing-masing grafik isoterm menunjukkan kesesuaian model isoterm adsorpsi dalam menggambarkan proses adsorpsi yang terjadi berdasarkan asumsi isoterm adsorpsi. Nilai linearitas semakin mendekati 1 maka semakin sesuai model isoterm adsorpsi tersebut dalam menggambarkan proses adsorpsi adsorbat oleh adsorben. Interaksi yang terjadi pada model isoterm Langmuir sebesar 0,9817 lebih tinggi daripada isotherm Freundlich yaitu 0,8083. Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi ion fosfat ke permukaan adsorben pasir kuarsa terlapis mangan dioksida yang lebih dominan terjadi dengan membentuk ikatan kimia dan membentuk lapisan monolayer.

SIMPULAN

Hasil karakterisasi XRF pasir kuarsa sebelum dan sesudah terlapis MnO_2 menunjukkan peningkatan kandungan MnO dari 0,003% menjadi 0,289%. Waktu optimum yang diperoleh adalah 3 jam dengan persen efektivitas 25,41%. Pengaruh variasi konsentrasi menunjukkan adsorpsi optimum terjadi pada konsentrasi ion fosfat 31,953 mg/L persen efektifitas 32,87%. Adsorpsi ion fosfat pada pasir kuarsa terlapis mangan dioksida mengikuti model isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 2,364 mg/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnestisia, R.; Komari, N. dan Sunardi., 2012, Adsorpsi Fosfat (PO_4^{3-}) Menggunakan Selulosa Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) Termodifikasi (HDTMA-Br), *Sains dan Terapan Kimia.*, 6:71-86
- Aprianti, K., Destiarti, L. dan Wahyuni, N., 2015, Karakterisasi Zeolit Mangan Komersial dan Aplikasinya dalam Mengadsorpsi Ion Fosfat, *J. Kimia Khatulistiwa*, 4(1): 39-45.
- Budi, S.S., 2006, Penurunan Fosfat dengan Penambahan Kapur (Lime), Tawas dan Filtrasi Zeolit Pada Limbah Cair (Studi Kasus RS Bethesda Yogyakarta), Universitas Diponegoro, Progam Studi Magister Ilmu Lingkungan Progam Pascasarjana, Semarang, (Tesis).
- Environmental Protection Agency (EPA), 1971, Determination of The Phosphate in Solid Waste Using the Vanadomolybdophosphoric Acid Method, Kaylor, W.H. (ed), U.S Environmental Protection Agency Office Of Research and Monitoring Solid Waste Research, United States.

- Han, R., Zou, W., Zhang, Z., Shi, J. and Yang, J., 2006, Removal of Copper(II) and Lead(II) From Aqueous Solution by Manganese Oxide Coated Sand I. Characterization and Kinetic Study, *J. Haz. Mat.*, 137B: 384-395.
- Handayani, M. dan Sulistiyono, E., 2009, Uji Persamaan Langmuir dan Freudlich pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir, PTNBR-BATAN, 3 Juni 2009, Yogyakarta
- Hussain S, Aziz HA, Isa MH, Ahmad A, Leeuwen JV, Zou L, Beecham S, Umar M. Orthophosphate Removal from Domestic Wastewater Using Limestone and Ganular Activated Carbon. *J. Desalination*. 2011; 271(2011): 265-272.
- Mellisani, B., Gusrizal dan Wahyuni, N., 2013, Penurunan Kandungan Besi (II) oleh Pasir Terlapis Mangan Dioksida (MnO_2), *J. Kimia Khatulistiwa*, 2(3): 123-126. Mellisani, B., Gusrizal dan Wahyuni, N., 2013, Penurunan Kandungan Besi (II) oleh Pasir Terlapis Mangan Dioksida (MnO_2), *J. Kimia Khatulistiwa*, 2(3): 123-126.
- Munasir, Triwikantoro, Zainuri M, Darminto, 2012, Uji XRD dan XRF pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) sebagai Sumber Material Cerdas ($CaCO_3$ dan SiO_2), *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, Vol 2. No 1:20-29
- Pardoyo.; Listiana, dan Darmawan, A., 2009, Pengaruh Perlakuan HCl pada Kristalinitas dan Kemampuan Adsorpsi Zeolit Alam terhadap Ion Ca^{2+} , *Jurnal Sains dan Matematika*, 17, Vol 17(2). 100-104.
- Perkins, E.J., 1974, *The Biology of Estuaries and Coastal Water*, Academi Press Co, New York.
- Rout PR, Bhunia P, Dash RR., 1984, Modeling Isotherms, Kinetics, and Understanding The Mechanism of Phosphate Adsorption onto a Solid Waste: Gound Burnt Patties, *J. Environ. Chem. Eng.* 1-9.
- Said, N.I., 2005, Metode Penghilangan Zat Besi dan Mangan di dalam Penyediaan Air Minum Domestik, *J. Air Indonesia*, Vol. 1(3): 239-250.
- Suprihatin dan Indrasti, N.S., 2010, Penyisihan Logam Berat dari Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi, *Makara Sains.*, 14: 44-50
- Suriadi, A., Shofiyani, A., dan Destiarti, L., 2017, Sintesis dan Karakterisasi Pasir Besi Terlapis Mangan Dioksida serta Aplikasinya untuk Penurunan Kadar Ion Fosfat dalam Air, *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, Vol 6(1): 64-72.
- Wardhana, I.W, Handayani, D.S, dan Rahmawati, D.I, 2009, Penurunan Kandungan Phospat pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakaian (*Laundry*) Menggunakan Karbon Aktif dari Sampah Plastik dengan Metode Batch dan Kontinyu, *Teknik.*, 30: 119-127