Lempung Aktif Sebagai Adsorben Ion Fosfat Dalam Air

Activated Clay as Adsorber of Phosphate Ions in Water

Army Auliah
Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNM

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi Lempung aktif terhadap ion fosfat. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar. Sampel lempung diambil dari Kabupaten Barru dan diaktivasi secara fisika pada suhu 350 ^{o}C selama 3 jam. Kapasitas Adsorpsi lempung aktif ditentukan berdasarkan penentuan waktu kontak optimum pada variasi waktu kontak 1, 3, 7, 8, 9, 10 dan 11 jam dengan variasi konsentrasi awal fosfat 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Konsentrasi fosfat yang teradsorpsi pada lempung aktif ditentukan dengan metode asam askorbat yang diukur dengan spektrofotometer Uv-Vis pada λ 890 nm. Prinsip dasar metode ini adalah senyawa ortofosfat direaksikan dengan ammonium molibdat dengan kalium antimonil tartrat dalam suasana asam. Asam fosfomolibdat yang dihasilkan kemudian direduksi dengan asam askorbat menjadi kompleks molibdenium yang berwarna biru. Intensitas warna biru dari senyawa molibdenium ini sebanding dengan konsentrasi fosfat yang tidak teradsorpsi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi lempung aktif 0,8197 mg/g yang mengikuti pola isoterm Langmuir dengan nilai R^2 = 0,861.

Kata Kunci: *Lempung Aktif, Kapasitas Adsorpsi, Ion Fosfat*

ABSTRACT

The research of activated clay as adsorber on phosphate ions has done in chemistry Laboratory of Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Makassar. This research is aimed to know the adsorption capacity of activated clay to phosphate ions. The clay sample was taked from Barru regency and activated phisically at 350 ^{o}C during three hours. The capacity of activated clay adsorption was determined based on the establish of optimum contact time at various time of 1, 3, 7, 8, 9, 10, and 11 hours with the initial variations concentration of phosphate 10, 20, 30, 40, and 50 ppm. The concentration of phosphate which adsorpted in activeted clay was determined by ascorbic acid method which measured with UV-Vis spectrophotometer of at λ 890 nm. The principle of this method is the reaction of ortophosphate, ammonium molibdat and potassium antimonil tartrat in acid condition. The phosphomolibdat acid was reduced with ascorbic acid to molibdenium complexes which blue color. The blue color intensity of molibdenium compound is equal to phosphate concentration tha is not adsorbed. The measuring result shown that the adsorption capacity of activeted clay is 0.8197 mg/g which behaves like the Langmuir isoterm with R^2 0.861.

Key word: *Activated Clay, The Adsorption Capacity, and Phoshate Ion*

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Air yang relatif bersih sangat didambakan oleh manusia untuk berbagai kegiatan sehari-hari, termasuk pertanian, perikanan, peternakan, industri, pertambangan dan sebagainya. Dewasa ini, masalah utama sumber daya air meliputi kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan manusia yang terus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik terus menurun khususnya untuk air minum. Hal ini disebabkan karena kerusakan lingkungan perairan yang sudah tercemar oleh bermacam-macam limbah hasil kegiatan manusia. Salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui adanya pencemaran air adalah senyawa fosfat. Senyawa fosfat yang terdapat dalam air alam atau air limbah dapat berupa senyawa ortofosfat, polifosfat, dan fosfat organik, dimana setiap senyawa tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi atau terikat di dalam sel organisme dalam air.

Sumber utama pencemaran fosfat menurut Morse *at al*, 1993 *dalam* Saefumillah, A. (2003) yaitu 10% dari proses alamiah, 7% industri, 11% detergen, 17% pupuk pertanian, 23% limbah manusia, dan 32% limbah peternakan. Keberadaan fosfat yang berlebihan di badan air menyebabkan suatu fenomena eutrofikasi. Air dikatakan eutrofik jika konsentrasi total fosfor dalam air 35-100 μg/L. Kondisi eutrofik, sangat memungkinkan alga dan tumbuhan air berukuran mikro tumbuh berkembang biak dengan cepat. Hal ini menyebabkan kualitas air menjadi sangat menurun, rendahnya konsentrasi oksigen terlarut bahkan sampai batas nol, dan menyebabkan kematian makhluk hidup air seperti ikan dan spesies lain (Saefumillah, A, 2003).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar fosfat dalam air limbah yaitu dengan cara adsorpsi. Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain. Zat yang diserap disebut adsorbat (fase terserap), sedangkan zat yang menyerap disebut adsorber. Jenis adsorber yang telah banyak dimanfaatkan adalah lempung aktif. Pada umumnya, orang mengenal lempung sebagai benda yang tidak terlalu bernilai. Padahal sebenarnya lempung memiliki banyak kegunaan, diantaranya adalah berfungsi sebagai adsorber yang digunakan sebagai alternatif untuk mengatasi permasalahan limbah organik maupun limbah anorganik (Sunarso, 2004).

A. Lempung

Lempung termasuk batuan rombakan (sedimen) yang dapat berupa endapan residu ataupun endapan sedimen. Mineral penyusun batuan asal pembentuk lempung adalah felsfar, olivin, piroksin, amfibol dan mika. Istilah lempung mempunyai arti dan pengertian sangat luas. Bagi orang awam nama lempung dipakai untuk menerangkan jenis tanah yang mempunyai sifat plastis (liat) tanpa membedakan jenisnya, baik menurut istilah perdagangan, maupun istilah geologi. Dalam perdagangan istilah ini sebenarnya untuk menyebutkan jenis endapan mineral industri yang mempunyai partikel halus, berdiameter lebih kecil dari 0,002 mm dan memepunyai sifat plastis bila dicampur dengan sedikit air (Prodjosoemarto, P, 2000). Batu lempung menurut Pettijohn (1975) adalah batuan

yang pada umumnya bersifat plastis (liat), berkomposisi alumunium silikat hidrous ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$). Menurut William, *et al* (1954) batu lempung adalah batuan sedimen plastik yang mempunyai ukuran butir lempung, termasuk di dalamnya butiran yang mempunyai diameter kurang dari 1 atau 2 mikron dan secara dominan disusun oleh silika (Anonim, 2006).

1. Klasifikasi Lempung

Lempung diklasifikasikan berdasarkan kandungan mineralnya dan bentuk kisinya. Berdasarkan bentuk kisinya dibedakan menjadi dua tipe, yakni tipe kisi 1:1 dan kisi 2:1 yang merupakan perbandingan lempeng silika-tetrahedron dan lempeng aluminat-oktahedron, Sedangkan berdasarkan kandungan mineralnya dikenal lempung dengan nama: **(a) Montmorilonit;** Montmorilonit adalah nama yang diberikan untuk suatu mineral lempung yang dijumpai di Montmorillon dengan rumus umum $(OH)_4Si_8Al_4O_{20}.nH_2O$ dimana nH_2O adalah air yang berada antar lapisan dengan satuan 1 : 2. Ikatan antara lapisan terutama diakibatkan oleh gaya Van der Waals, oleh karena itu sangat lemah jika dibandingkan dengan ikatan hidrogen atau ikatan ion (Bowles, J. E, 1989). **(b) Kaolinit;** Satuan struktur kaolinit terdiri dari lapisan tetrahedral silika yang berganti-ganti dengan satuan oktahedral alumina dengan tipe kisi 1 : 1, rumus umum yaitu $(OH)_8Al_4Si_4O_{10.}$ Mineral lain dari keluarga kaolinit adalah haloisit (Bowles, J. E, 1989), dan **(c) Illit;** Illit merupakan kelompok lempung yang pertama kali di jumpai di Illinois yang memiliki rumus molekul $(OH)_4K_y(Si_{8-y}.Al_y)(Al_4.Mg_6 .Fe_4 .Fe_6)O_{20}$ dengan y bernilai antara 1 dan 1,5. Mineral lempung illit terdiri dari lapisan aluminium oktahedral yang terletak diantara dua lapisan silika tetrahedral (Bowles, J. E, 1989).

2. Aktivasi Lempung

Lempung yang diaktivasi dengan HF 1% dan diikuti dengan kalsinasi dapat memberikan situs asam sebanyak 0,9 mmol/g atau meningkat 94% dari keadaan awalnya (Muhdarina & Amelia, 2003). Kenyataan lain ditunjukkan pula oleh Muhdarina & Amilia (2003) bahwa lempung yang dipanaskan pada suhu 350 ^{0}C selama 3 jam mampu menukar kation NH_4^+ (85%) lebih banyak dari pada penukar kation jenis amberlit (32%), sedangkan lempung yang diaktifkan dengan NaOH 2M mampu menyerap ion Ni^{2+} sebanyak 93%. Menurut Andhika, O. (2005), lempung yang diaktivasi dengan asam kuat HCl pada rentang 1 sampai 12 M pada temperatur kalsinasi 500 sampai 600 ^{0}C, proses aktivasi mampu meningkatkan luas permukaan spesifik dan volume pori lempung. Peningkatan konsentrasi HCl menambah kapasitas adsorpsi, sedangkan peningkatan temperatur kalsinasi menurunkan kapasitas adsorpsi. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Ramlawati (2006), Zeolit yang diaktivasi pada suhu 350 ^{0}C selama 4 jam memiliki daya adsorpsi maksimum terhadap ion Cu^{2+}, sedangkan pada suhu aktivasi diatas 350 ^{0}C menurunkan daya adsorpsi terhadap ion Cu^{2+}.

Aktivasi lempung bentonit dilakukan untuk menaikkan kapasitas adsorbsi dan mendapatkan sifat bentonit yang diinginkan. Aktivasi bentonit dipengaruhi oleh konsentrasi asam, biasanya dipakai asam sulfat. Selain itu, perlu diperhatikan sifat dasar, distribusi ukuran pori, keasaman dan nilai SiO_2, atau Al_2O_3 dalam bentonit (Anonim, 2005).

B. Fosfat

1. Fosfat di Lingkungan Perairan

Fosfor dalam air terdapat sebagai bahan padat dan terlarut. Fosfor dalam bentuk padat dapat terjadi sebagai suspensi garam-garam yang tidak larut dalam bahan biologi atau teradsorpsi dalam bahan padat. Di perairan, fosfor tidak ditemukan dalam keadaan bebas melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik berupa partikulat (Ahmad, R, 2004).

2. Dampak Negatif Fosfat

Persoalan pencemaran lingkungan akibat limbah cair yang mengandung logam berat dan senyawa kimia lain yang bersifat karsinogenik, juga terjadi persoalan lain yaitu tingginya kasus eutrofikasi yang terjadi di banyak sumber daya air di Indonesia, dan bahkan dunia dewasa ini. Faktor pencemaran akibat aktivitas modern, baik dari praktik pertanian, peternakan, permukiman, maupun tingginya populasi manusia, menjadi sumber semakin beratnya persoalan krisis air ini.

Eutrofikasi merupakan sebuah proses alamiah di mana danau mengalami penuaan secara bertahap dan menjadi lebih produktif bagi tumbuhnya biomassa. Proses alamiah ini, oleh manusia dengan segala aktivitas modernnya, secara tidak disadari dipercepat menjadi dalam hitungan beberapa dekade atau bahkan beberapa tahun saja. Maka tidaklah mengherankan jika eutrofikasi menjadi masalah di hampir ribuan danau di muka bumi, sebagaimana dikenal lewat fenomena alga bloom.

C. Adsorpsi

Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain. Zat yang diserap disebut adsorbat (fase terserap), sedangkan zat yang menyerap disebut adsorber. Adsorpsi juga didefinisikan sebagai gejala yang ditimbulkan pada permukaan. Dengan demikian, banyak sedikitnya zat yang dapat diadsorpsi tergantung pada luas permukaan zat pengadsorpsi, dimana semakin besar luas permukaan, maka semakin banyak zat yang diserap. Berdasarkan pada interaksi yang terjadi antara adsorber dengan adsorbat, adsorpsi dibedakan menjadi tiga macam yaitu: adsorpsi fisika, adsorpsi kimia dan adsorpsi pertukaran. **(a) Adsorpsi Fisika**; Adsorpsi fisika disebabkan oleh gaya Van der Walls yang ada pada permukaan adsorben. Panas adsorpsi biasanya rendah dan lapisan yang terjadi pada permukaan adsorben biasanya lebih dari satu molekul, **(b) Adsorpsi Kimia;** Adsorpsi kimia disebabkan oleh adanya reaksi antara zat yang diserap dengan adsorber. Lapisan molekul pada adsorber hanya satu lapis dan panas adsorpsi yang menyertai adsorpsi kimia relatif tinggi. Adsorpsi ini biasanya terjadi secara irreversible, dan **(c) Adsorpsi pertukaran**; Adsorpsi pertukaran adalah adsorpsi yang terjadi karena gaya tarik listrik antara adsorbat dan permukaan adsorber. Adsorpsi pertukaran anion dan pertukaran kation termasuk dalam kelompok ini. Adsorpsi bersifat selektif, karena yang diadsorpsi hanya zat terlarut atau pelarut. Jumlah zat yang diadsorpsi oleh adsorber bergantung pada konsentrasi zat terlarut. Namun demikian, bila adsorber sudah jenuh, konsentrasi tidak lagi berpengaruh. Kebergantungan jumlah zat yang diadsorpsi pada konsentrasi kesetimbangan disebut isoterm adsorpsi. Persamaan Freundlich dan Langmuir sering digunakan untuk menentukan isoterm adsorpsi. Freundlich mengajukan suatu isoterm yang dapat

dikembangkan secara empiris. Isoterm adsorpsi dalam banyak larutan encer dirumuskan oleh Freundlich sebagai berikut:

$$\frac{x}{m} = k\,c^{1/n}$$

x adalah jumlah zat terlarut yang diadsorpsi (mg), m adalah jumlah adsorben yang digunakan (g), c adalah konsentrasi kesetimbangan larutan (mg/L), k dan n merupakan konstanta. Persamaan di atas dapat diubah menjadi persamaan linear sebagai berikut:

$$\log\frac{x}{m} = \log k + \frac{1}{n}\log c$$

Isoterm adsorpsi Langmuir mengasumsikan bahwa pada permukaan adsorber terdapat situs-situs aktif (yang proporsional dengan luas permukaan), yang pada masing-masing situs aktif tersebut hanya satu molekul saja yang teradsorpsi. Pengikatan adsorben oleh adsorbat dapat terjadi secara kimia atau fisika, tetapi harus cukup kuat untuk mencegah terjadinya perpindahan molekul adsorpsi pada permukaan (Oscik, 1982). Bentuk linear persamaan Langmuir ditunjukkan pada persamaan:

$$\frac{c}{q} = \frac{1}{b.K} + \frac{1}{b}c \qquad (3)$$

c adalah konsentrasi kesetimbangan larutan (mg/L), *q* adalah jumlah zat yang diadsorpsi per gram adsorben (mg/g), *b* adalah konstanta Langmuir yaitu kapasitas adsorpsi (mg/g) dan K adalah parameter afinitas. Konstanta *b* dan K dapat diperoleh dari perpotongan dan kemiringan pada plot linear antara c/q terhadap c.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan sampel lempung alam dari Kabupaten Barru Sulawesi Selatan berukuran 100 s/d 200 mesh. Adapun prosedur penelitiannya adalah sebagai berikut:

A. Prosedur Kerja

1. Preparasi Lempung

Tanah lempung yang diperoleh dari Kabupaten Barru memiliki komposisi kimia yang terdiri dari SiO_2 72,125%, CaO 0,17%, MgO 0,32%, Al_2O_3 13,15%, Fe_2O_3 8,45%, H_2O 1,55%, LOI 3,55% (Dinas Pertambangan dan Energi SUL-SEL, 2002). Bongkahan lempung alam digerus, kemudian diayak dengan ukuran -100 s/d +200 mesh. Lempung yang berukuran -100 s/d +200 mesh dipanaskan dalam tanur (aktivasi fisika) pada suhu 350 ^oC selama 3 jam.

2. Penentuan kapasitas adsorpsi lempung

a. Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sebanyak 1 gram lempung aktif dimasukkan ke dalam gelas Erlenmeyer 250 mL yang berisi 50 mL larutan fosfat dengan konsentrasi 20 ppm. Suspensi dikocok dengan rotary shaker 140 rpm dengan variasi waktu kontak 1; 3; 7; 8; 9; 10; dan 11 jam pada suhu kamar. Suspensi disaring dengan kertas saring Whatman No.42, dicuci dan dicukupkan volumenya dalam labu ukur 100 mL sampai tanda tera. Filtrat diukur absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada λ 890 nm.

b. Penentuan Kapasitas Adsorpsi

50 ml larutan fosfat dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm. Masing-masing ditambahkan lempung aktif sebanyak 1 gram. Suspensi dikocok dengan rotary shaker 140 rpm selama waktu optimum pada suhu kamar. Suspensi disaring dengan kertas saring

whatman No. 42, dicuci dan dicukupkan volumenya dalam labu ukur 100 mL sampai tanda tera. Filtrat diukur absorbansinya dengan Spektrofotometer UV-Vis λ 890 nm.

c. Analisis Ion Fosfat dengan Spektrofotometer UV-Vis

Sebanyak 50 mL filtrat masing-masing suspensi dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL. 1 tetes indikator fenolftalin ditambahkan ke dalam larutan. Jika terbentuk warna merah muda, ditambahkan tetes demi tetes H_2SO_4 5 N sampai warna hilang. Sebanyak 8 mL larutan campuran ditambahkan ke dalam larutan dan dihomogenkan, kemudian didiamkan selama 30 menit. Larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada λ 890 nm kemudian dibuat grafik antara konsentrasi dan absorbansi lalu grafik diplotkan pad kurva larutan standar.

B. Teknik Analisis Data

1. Penentuan Konsentrasi Fosfat yang Teradsorpsi pada Lempung Aktif

Penentuan konsentrasi fosfat yang teradsorpsi diperoleh dari hasil pengukuran konsentrasi fosfat yang tersisa dengan menggunakan spektofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 890 nm. Jumlah fosfat yang teradsorpsi ditentukan dengan mengurangi konsentrasi yang diberikan dengan konsentrasi fosfat yang tersisa di dalam larutan. Untuk menentukan konsentrasi fosfat dalam sampel digunakan larutan standar seri fosfat dengan variasi konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; dan 1,4 ppm. Hubungan antara absorbansi dengan variasi konsentrasi larutan standar seri yang digunakan diperoleh persamaan regresi $Y = ax + b$. Konsentrasi fosfat sisa yang tidak teradsorpsi pada lempung aktif dihitung dari data absorbansi hasil analisis sampel, dengan persamaan regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi:

$$Y = ax + b$$

Keterangan :
y : Absorbansi fosfat
x : Konsentrasi fosfat sisa (ppm)
a : Slope (kemiringan)
b : Intersep (perpotongan)

Dari persamaan di atas maka konsentrasi fosfat (ppm) dapat dihitung:

$$x = \frac{y - b}{a} Fp$$

Fp : Faktor pengenceran. Untuk menentukan konsentrasi fosfat teradsorpsi dihitung dengan persamaan: $C = Co - Ce$

Keterangan:
C = Konsentrasi fosfat teradsorpsi (ppm)
Co = Konsentrasi fosfat mula-mula (ppm)
Ce = Konsentrasi fosfat sisa (ppm)

2. Penentuan Daya Adsorpsi Lempung Aktif terhadap Fosfat

Banyaknya fosfat yang teradsorpsi mg/g adsorben yang disebut sebagai daya serap, ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$W = \frac{(C_o - C_e) x V}{Wa} \quad \text{jika Vo = Ve}$$

$$W = \frac{(C_o . Vo - C_e . Ve)}{Wa} \quad \text{jika } Vo \neq Ve$$

Keterangan :
W: Jumlah zat yang teradsorpsi (mg/g)
C_o: Konsentrasi fosfat awal (ppm)
C_e: Konsentrasi fosfat sisa (ppm)
Wa :Berat adsorber (g)
V : Volume larutan (L)
Vo:Volume awal larutan (L)
Ve :Volume akhir larutan (L)
V : Volume Larutan (L)

3. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Lempung Aktif terhadap Fosfat

Penentuan kapasitas adsorpsi ditentukan dengan menggunakan pola isoterm adsorpsi Freundlich dan Langmuir.

Persamaan Freundlich:

$$\frac{C}{W_a} = k\, C_e^{1/n} \log \frac{C}{W_a} = \log k + \frac{1}{n} \log C$$

Keterangan :
Wa : Jumlah adsorben yang digunakan
C : Konsentrasi kesetimbangan
k dan n : Konstanta

Data yang memenuhi pe freundlich, kapasitas adsorpsınya dihitung dengan persamaan: Kapasitas adsorpsi (k)= Intersep (perpotongan) Log k=Intersep k; inverse log intersep (mg/g)

Persamaan Langmuir:

$$\frac{C_e}{W} = \frac{1}{b.K} + \frac{1}{b} C_e$$

Keterangan :
Ce:Konsentrasi kesetimbangan
Q:Jumlah zat yang diadsorpsi
b & K:Konstanta

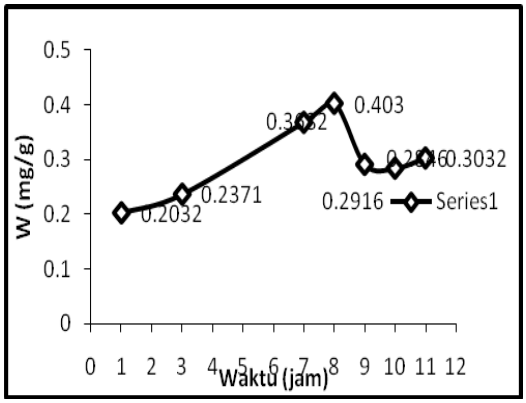
Data yang memenuhi persamaan langmuir, kapasitas adsorpsi dihitung dengan persamaan: Kapasitas adsorpsi (b)=Slope(kemiringan); $\frac{1}{b} = \frac{1}{slope}$ (mg/g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

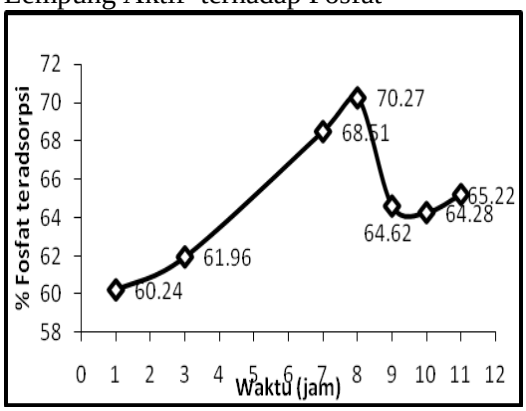
A. Hasil Penelitian

1. Penentuan Waktu Kontak Optimum Lempung Aktif terhadap Fosfat

Penentuan waktu kontak optimum adsorpsi lempung aktif terhadap fosfat dilakukan pada konsentrasi larutan fosfat 20 ppm. Variasi waktu kontak yang digunakan adalah 1, 3, 7, 8, 9, 10 dan 11 jam. Hasil pengukuran daya adsorpsi lempung aktif terhadap variasi waktu kontak diperoleh waktu kontak optimum pada 8 jam.



Gambar 1: Hubungan antara Variasi Waktu Kontak (jam) dengan Daya Adsorpsi (mg/g) Lempung Aktif terhadap Fosfat



Gambar 2: Hubungan antara Waktu Kontak (jam) dengan % Fosfat Teradsorpsi oleh Lempung Aktif

2. Penentuan Daya Adsorpsi Lempung Aktif Terhadap Fosfat pada berbagai Variasi Konsentrasi dengan Waktu Kontak Optimum 8 Jam

Penentuan daya adsorpsi lempung aktif terhadap fosfat dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi fosfat yaitu 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Pengukuran konsentrasi fosfat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 890 nm. Berdasarkan hasil perhitungan , rata-rata fosfat yang teradsorpsi pada lempung aktif dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Rata-rata Senyawa Fosfat (mg/g) yang Teradsorpsi oleh Lempung Aktif pada Berbagai Konsentrasi dengan Waktu Kontak optimum

Co (ppm)	Ce (ppm)	C (ppm)	(W) (mg/g)	Standr Deviasi (SD)	% Rata-rata Fosfat Teradsorpsi
10	1.2354	8.7646	0.3732	0,0052	87.65
20	5.8020	14.1980	0.4171	0,0056	70.99
30	9.4918	20.5082	0.5462	0,0106	68.36
40	14.2520	25.7480	0.5708	0,0959	64.37
50	16.9658	33.0342	0.7924	0,0637	66.07

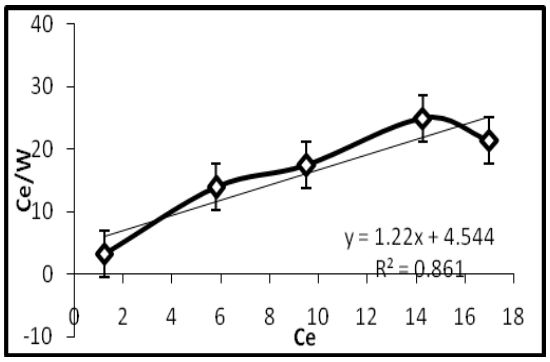
Ket: Co:Konsentrasi fosfat mula-mula, Ce:Konsentrasi rata-rata fosfat sisa, C:Konsentrasi fosfat teradsorpsi, W:Daya adsorpsi Lempung aktif.

Data adsorpsi lempung aktif yang diaktivasi secara fisika pada suhu 350 ^{o}C terhadap fosfat pada berbagai konsentrasi awal disajikan pada Tabel 3.

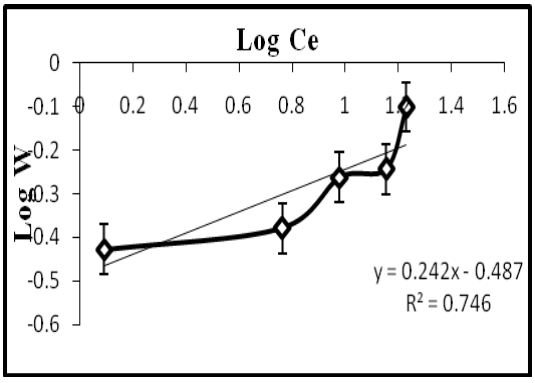
Tabel 2: Data Pembantu untuk Membuat Grafik Isoterm Adsorpsi Lempung Aktif terhadap Fosfat

C_o (ppm)	C_e (ppm)	C (ppm)	W(mg/L)	Log W	Log C_e	C_e/W (g/L)
10	1.2354	8.764	0.3732	-0.4281	0.0918	3.3103
20	5.802	14.19	0.4171	-0.3798	0.7636	13.9103
30	9.4918	20.508	0.5462	-0.2627	0.9773	17.3779
40	14.252	25.748	0.5708	-0.2435	1.1539	24.9685
50	16.9658	33.034	0.7924	-0.1011	1.2296	21.4107

Ada dua pola isoterm adsorpsi yang dapat digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi, yakni dengan metode grafik Freundlich dan Langmuir. Penentuan kapasitas adsorpsi Fosfat oleh lempung aktif apakah sesuai dengan pola adsorpsi Freundlich atau Langmuir, maka dibuat grafik yang menunjukkan kurva linier hubungan antara log C_e dengan log W untuk pola adsorpsi Freundlich dan kurva linier hubungan antara C_e (ppm) dengan C_e/W (g/L) untuk pola adsorpsi Langmuir seperti yang disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3: Grafik Isoterm Langmuir pada Adsorpsi Fosfat oleh Lempung Aktif untuk Waktu Kontak Optimum 8 Jam



Gambar 4: Grafik Isoterm Freundlich pada Fosfat oleh Lempung untuk Waktu Kontak Optimum 8 Jam.

Untuk mengetahui kapasitas adsorpsi dari lempung aktif dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan linier dari masing-masing grafik isoterm Freundlich dan Langmuir. Nilai tetapan Freundlich (*k* & n) dan tetapan Langmuir (*b* dan K) adsorpsi fosfat oleh lempung aktif dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4: Perbandingan Nilai tetapan Freundlich (k dan n) dengan Tetapan Langmuir (b dan K)

Pola Adsorpsi	k (mg/g)	n (g/L)	b (mg/g)	K (L/mg)	R^2
Freundlich	0,3258	4,1322			0,746
Langmuir			0,8197	0,2685	0,861

Dari kedua grafik pada Gambar 3 dan 4 dapat dilihat bahwa adsorpsi fosfat terhadap lempung aktif mengikuti persamaan Langmuir karena koefisien liniernya (R^2) lebih mendekati

PEMBAHASAN

Percobaan variasi waktu kontak dilakukan untuk mencari waktu kontak optimum pada proses adsorpsi. Pada percobaan ini menunjukkan bahwa penyerapan lempung aktif meningkat dengan bertambahnya waktu kontak meskipun terjadi penurunan setelah 8 jam. Terjadinya penurunan daya adsorpsi disebabkan oleh kemampuan lempung aktif dalam mengadsorpsi fosfat sudah jenuh menyebabkan terjadinya kesetimbangan larutan. Oleh karena itu, adsorbat yang terserap pada permukaan lempung kembali tercuci oleh larutannya, sehingga terjadi distribusi adsorbat ke larutan. Konsentrasi fosfat yang tidak teradsorpsi ditentukan dengan metode asam askorbat yang diukur dengan spektrofotometer. Prinsip dasar metode ini adalah senyawa ortofosfat (sampel) direaksikan dengan amonium molibdat dan kalium antimonil tartrat dalam suasana asam. Asam fosfomolibdat yang dihasilkan direduksi dengan asam askorbat menjadi kompleks molibdenium yang berwarna biru. Intensitas warna biru dari senyawa molibdenium ini sebanding dengan konsentrasi fosfat yang tidak teradsorpsi pada lempung aktif.

Jumlah zat yang terserap pada setiap berat adsorber sangat bergantung dari konsentrasi zat yang diberikan. Apabila adsorber tersebut sudah jenuh, maka konsentrasi zat yang diserap tidak akan berubah lagi atau akan berkurang karena terjadinya kesetimbangan antara fosfat yang teradsorpsi dengan larutan fosfat yang tersisa. Adsorpsi yang terjadi pada lempung aktif terhadap fosfat merupakan adsorpsi kimia yang disebabkan oleh adanya oksida besi (Fe_2O_3), oksida alumina (Al_2O_3) dan SiO_2. Ion Fe dan Al pada permukaan

lempung akan bereaksi dengan molekul air. Jumlah air yang diserap meningkat dengan meningkatnya luas permukaan lempung, sehingga muatan yang terhidrasi terbentuk muatan positif dengan menangkap ion H^+ atau melepaskan ion OH^- dan mengakibatkan bertambahnya tegangan permukaan.

Salah satu penyebab utama muatan positif pada permukaan lempung adalah adanya ion H^+ dan Al^{3+}. Peningkatan ion H^+ dalam larutan dapat melalui ionisasi air (H_2O) dan juga reaksi air dengan ion Al^{3+}. Kenaikan ion H^+ yang semakin bertambah mengakibatkan permukaan lempung lebih bermuatan positif.Terbentuknya muatan positif pada lempung karena masuknya ion H^+ pada lapisan oktahedral $Al(OH)_3$ dan lapisan tetrahedral SiOH yang membentuk ikatan hidrogen sehingga dapat mengikat ion fosfat yang bermuatan negatif.

KESIMPULAN

Berdasarkan data penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa kapasitas adsorpsi lempung aktif yang diaktivasi secara fisika terhadap fosfat adalah 0,8197 mg/g, yang mengikuti pola isoterm adsorpsi Langmuir dengan nilai $R^2 = 0,861$.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad. R. (2004). *Kimia Lingkungan*. Andi Yogyakarta. Jakarta.

Ariffin, K. S.(2003). *Lempung Perindustrian dan Mineralogi Lempung. EBS 425- Mineral Perindustrian Lempung*. Maret 4, 2008. http://www.mineral.eng.usm.my/web%20halaman%20mineral/clay%20and%20shale.pdf.

Dinas Pertambangan dan Energi SULSEL. (2002). *Laporan Penyelidikan Pendahuluan Bahan Baku Semen Kabupaten Barru.*SUB Dinas Geologi dan Sumber Daya Mineral. Dinas Pertambangan dan Energi Propinsi SUL-SEL. Makassar.

Notohadiprawiro, T. (1999). *Tanah dan Lingkungan*. DEPAK. Jakarta.

Oscik, J. (1982). *Adsorption*. Polish Scientific Publishers. Warsawa. Poland.

Ramlawati. (2006). *Pengaruh suhu aktivasi terhadap daya adsorpsi zeolit alam pada ion tembaga (II) Cu^{2+} dalam medium air*. Jurnal Chemica. 7(1): 41 -48. [ISSN 1411-6502]. Makassar.

Sunarso. (2007). *Lempung Kita yang Terlupakan*. Artikel, IPTEK, Sapto. Maret 15, 2008. http://ppsdms.org/lempung-kita-yang-terlupakan-2.htm.

Suradikusumah, E. (2001). *Spektroskopi Sinar Tampak dan Ultraviolet*. Jurusan Kimia IPB. Bogor.