

PEMANFAATAN ZEOLIT-BENTONIT SEBAGAI ADSORBEN FOSFAT DALAM AIR

I. A. G. Widihati*, G. S. U. Mahaputra, dan I. W. Suarsa

*Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Jalan Kampus Unud-Jimbaran, Jimbaran, Bali, Indonesia
Email: gedewidihati@unud.ac.id

ABSTRAK

Salah satu cara yang dilakukan untuk menurunkan kadar fosfat dalam air yaitu dengan cara adsorpsi. Adsorpsi dianggap sebagai metode pengolahan limbah air terbaik karena bahan utamanya yaitu adsorben keberadaannya melimpah dan mudah digunakan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan zeolit yang dikombinasikan dengan bentonit dalam mengadsorpsi fosfat dalam air, menentukan waktu optimum, pola isoterm adsorpsinya serta kapasitas adsorpsi. Kajian yang dilakukan meliputi karakterisasi, dan aplikasinya untuk mengadsorpsi fosfat dengan berbagai variasi waktu kontak dan konsentrasi. Adsorben dikarakterisasi luas permukaan dengan adsorpsi metilen biru dan situs aktif secara titrasi asam-basa. Luas permukaan spesifik masing-masing adsorben nilainya hampir sama, namun yang paling besar adalah kombinasi zeolit : bentonit (1:1) yaitu 45,9637 m²/g. Situs aktif terbesar terdapat pada adsorben kombinasi zeolit : bentonit (1:1) yaitu 1,2842×10²⁴ situs/g adsorben. Semua adsorben kombinasi zeolit : bentonit memiliki waktu kontak optimum yang sama yaitu 24 jam. Adsorben yang terdiri dari zeolite saja atau zeolit : bentonit (5:0) mengikuti pola isoterm adsorpsi Langmuir, sedangkan zeolit : bentonit (1:1) mengikuti pola isoterm Freundlich. Adsorben zeolit : bentonit (5:0), (1:1), dan (0:5) memiliki kapasitas adsorpsi yang optimum pada konsentrasi 100 ppm dengan persen teradsorpsi berturut-turut 96,66; 97,67; dan 97,02 %, sehingga dapat dilihat bahwa adsorben zeolit : bentonit (1:1) merupakan adsorben yang paling banyak menyerap fosfat.

Kata Kunci: adsorpsi, bentonit, fosfat, zeolit.

ABSTRACT

One way to reduce phosphate levels in water is by adsorption. Adsorption is considered as the best wastewater treatment method because the main material, namely adsorbent, is abundant and easy to use. This research was conducted to determine the ability of zeolite combined with bentonite to adsorb phosphate in water, the optimum time, the pattern of adsorption isotherms and the adsorption capacity. The studies included the characterization of the adsorbent as well as its application to adsorb phosphate with various contact times and concentrations. The surface area of the adsorbents was characterized by the methylene blue adsorption method and the active site by acid-base titration. The specific surface area of each adsorbent had almost the same value, but the largest was the combination of zeolite: bentonite (1:1) which was 45.9637 m²/g. The largest active site of the adsorbent was the combination of zeolite: bentonite (1:1) adsorbent, which is 1.2842×10²⁴ sites/g adsorbent. All the zeolite : bentonite combination adsorbents had the same optimum contact time of 24 hours. The zeolite: bentonite (5:0) followed the Langmuir adsorption isotherm pattern, while the zeolite : bentonite (1:1) followed the Freundlich isotherm pattern. Zeolite : bentonite (5:0), (1:1), and (0:5) had the optimum adsorption capacity at the concentration of 100 ppm with the percentage of phosphate adsorbed of 96.66; 97.67; 97.02%, respectively, so it showed that the zeolite : bentonite (1:1) adsorbed the most phosphate.

Keywords: adsorption, bentonite, phosphate, zeolite.

PENDAHULUAN

Badan air yang mengandung fosfat berlebihan menyebabkan fenomena eutrofikasi. Eutrofikasi adalah suatu proses penuaan pada danau secara bertahap. Proses ini, bisa terjadi dalam hitungan beberapa dekade maupun tahun tergantung aktivitas manusia modern yang membuat proses ini semakin cepat. Kondisi eutrofik mendukung proses pertumbuhan dan perkembangbiakan tumbuhan pengganggu menjadi lebih cepat karena salah satu zat hara

yang dibutuhkan oleh tumbuhan salah satunya ion fosfat. Hal ini menyebabkan kualitas air menjadi sangat menurun, timbul masalah bau dan rasa, rendahnya konsentrasi oksigen, meningkatnya kematian makhluk hidup air, dan menurunnya keberagaman spesies lain (Ansari *et al.*, 2010)

Adsorpsi umumnya dianggap sebagai metode yang sangat menjanjikan untuk menghilangkan fosfat dari air limbah, karena biaya rendah, efisiensi penyisihan fosfat yang

tinggi dan stabil, desain sederhana, dan pengoperasian mudah (Fang *et al.*, 2017). Metode adsorpsi ialah suatu metode yang relatif murah karena mudahnya memperoleh berbagai adsorben dan keberadaanya di Indonesia melimpah misalnya bentonit dan zeolit alam

Bentonit adalah suatu mineral yang bersifat mudah mengembang, mempunyai luas permukaan yang besar serta kation dalam bentonit mudah untuk ditukar. Dari sifat tersebut, maka bentonit cocok dijadikan sebagai adsorben (Bhattacharyya dan Gupta, 2007). Zeolit merupakan mineral berjenis aluminosilikat yang mempunyai rongga dan dapat membentuk kerangka 3 dimensi. Luas permukaan spesifik pada zeolit sangat tinggi, kapasitas tukar kation yang tinggi, cadangan yang melimpah, biaya yang rendah, dan zeolit alam telah banyak digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan amonium dari larutan berair (Lin *et al.*, 2014).

Namun demikian, terdapat kelemahan pada lempung dan zeolit alam antara lain pengotor yang terkandung didalamnya sangat banyak, memiliki beragam komposisi serta kurang baiknya derajat kristalinitas. Oleh karena itu, proses aktivasi pada zeolit dan lempung akan meningkatkan potensi lempung dan zeolit sebagai adsorben. Tujuan dari aktivasi yakni pori lempung yang tertutup oleh pengotor atau senyawa dapat larut sehingga karakteristik maupun kemampuan adsorpsi lempung dan zeolit alam dapat mengalami peningkatan.

Adsorben bentonit yang diaktivasi secara kimia maupun fisika dengan cara menggunakan asam sulfat 2 M serta pemanasan 300°C mengalami kondisi optimum serapan fosfat dengan waktu kontak 15 menit, dan konsentrasi 70 ppm dengan kapasitas adsorpsi sebesar 3,0349 mg/g (Sinta, 2015). Dalam penelitian Darmadinata (2019) melaporkan bentonit yang tidak diaktivasi memiliki kapasitas adsorpsi yakni 1,3755 mg/g sedangkan bentonit yang diaktivasi menggunakan asam sulfat memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 2,9673 mg/g. Muchtar (2005) melaporkan bahwa zeolit dapat menurunkan kadar fosfat dalam air dengan rata-rata 81,8– 87,3%. Penelitian tentang adsorpsi fosfat dengan bentonit atau zeolit sudah banyak dilakukan, namun masih belum ada yang adsorpsi dari kombinasi zeolit dan bentonit. Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian mengenai adsorpsi fosfat dalam air dengan kombinasi zeolit dan bentonit

MATERI DAN METODE

Bahan

Bentonit, zeolit dari PT. Brataco, H₂SO₄, BaCl₂, KH₂PO₄, NaOH, HCl, ammonium molibdat, asam askorbat, metilen biru, aqudest, aluminium foil, dan kertas saring.

Alat

Alat gelas, , *hot plate*, *magnetic stirrer*, *orbital shaker*, oven, tanur, neraca analitik, lumpang alu, ayakan, termometer, buret, klem, desikator, dan Spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV 1800.

Cara Kerja

Preparasi Zeolit dan Bentonit

Bentonite dan zeolit masing-masing sebanyak 100 g dibersihkan dengan cara dicuci dengan aquadest selama 24 jam, disaring, dan dipanaskan di oven selama 5 jam pada temperatur 110°C. Bentonit dan zeolit yang sudah kering digerus menggunakan lumpang alu sampai halus dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh.

Aktivasi Zeolit dan Bentonit

Bentonite dan zeolit hasil preparasi masing-masing sebanyak 100 g, dipanaskan dalam tanur pada suhu 350°C selama 3 jam. Dimasukkan ke dalam 250 mL H₂SO₄ 1,5 M sambil diaduk dengan pengaduk magnetic stirrer selama 24 jam. Kemudian bentonit dan zeolit disaring dan dicuci dengan air panas 60-70°C sampai terbebas dari ion sulfat (tes negatif terhadap larutan BaCl₂). Padatan kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 110°C selama 5 jam, kemudian disimpan dalam desikator (Darmadinata, 2019).

Pembuatan Adsorben Zeolit : Bentonit

Untuk adsorben zeolit : bentonit (5 : 0) dibuat hanya berisi 0,1 gram zeolit. Untuk adsorben zeolit : bentonit (4 : 1) dibuat dengan dicampurkan 0,08 gram zeolit dan 0,02 gram bentonit. Adsorben zeolit : bentonit (3 : 2) dibuat dengan dicampurkan 0,06 gram zeolit dan 0,04 gram bentonit. Adsorben zeolit : bentonit (1 : 1) dibuat dengan dicampurkan 0,05 gram zeolit dan 0,05 gram bentonit. Adsorben zeolit : bentonit (2 : 3) dibuat dengan dicampurkan 0,04 gram zeolit dan 0,06 gram bentonit. Untuk adsorben zeolit : bentonit (1 : 4) dibuat dengan dicampurkan 0,02 gram zeolit dan 0,08 gram bentonit. Untuk adsorben zeolit : bentonit (0 : 5) dibuat hanya

berisi 0,1 gram bentonit. Setiap campuran diaduk agar campurannya merata.

Penentuan Luas Permukaan Adsorben

Masing-masing campuran adsorben zeolit : bentonit ditimbang sebanyak 0,1 gram lalu dimasukkan dalam gelas beaker yang berbeda untuk setiap adsorbennya. Kemudian setiap gelas beaker ditambahkan 25 mL larutan metilen biru 50 ppm dan ditutup dengan alumunium foil. Hasilnya diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Campuran kemudian disaring dan filtratnya diukur absorbansinya dengan UV-Vis pada panjang gelombang 664,7 nm

Penentuan Keasaman Permukaan Adsorben

Masing-masing campuran adsorben zeolit : bentonit ditimbang sebanyak 0,1 gram lalu dimasukkan dalam erlenmeyer yang berbeda untuk setiap adsorbennya. Kemudian setiap erlenmeyer ditambahkan NaOH 0,1 M sebanyak 10 mL dan didiamkan selama 10 menit. Setelah itu ditambahkan 2-3 tetes indikator *phenolphthalein* kemudian dititrasi dengan HCl 0,1 M. Untuk mengetahui keasaman permukaan digunakan persamaan sebagai berikut :

$$KP = \frac{nb_{(awal)} - nb_{(bebas)}}{m \text{ adsorben}} \quad (1)$$

Keterangan:

KP : Keasaman Permukaan (mmol/g)

nb : mol basa (mmol)

m : massa (g)

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Larutan standar fosfat disiapkan dengan konsentrasi 0, 5, 10, 15, 20 ppm. Masing-masing campuran adsorben zeolit : bentonit ditimbang sebanyak 0,1 gram lalu dimasukkan dalam erlenmeyer yang berbeda untuk setiap adsorbennya. Kemudian setiap erlenmeyer ditambahkan 20 mL larutan standar fosfat 100 ppm. Suspensi diaduk dengan *orbital shaker* dengan kecepatan 250 rpm dengan variasi waktu yaitu selama 30 menit, 1, 2, 4 dan 24 jam yang kemudian diasring untuk mendapatkan filtratnya. Filtrat dari sampel dan larutan standar masing-masing ditambahkan 1 mL larutan ammonium molibdat-asam sulfat dan kristal asam askorbat yang kemudian dihomogenkan dan dipanaskan hingga kristal larut. Larutan sampel dan standar diukur absorbansinya dengan UV-Vis dengan panjang gelombang maksimum 827 nm.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Masing-masing adsorben campuran zeolit : bentonit ditimbang sebanyak 0,1 gram lalu dimasukkan dalam erlenmeyer yang berbeda. Kemudian, setiap erlenmeyer ditambahkan 20 mL larutan standar fosfat 50, 75, 100, 200, dan 300 ppm. Suspensi diaduk dengan *orbital shaker* dengan kecepatan 250 rpm pada waktu kontak optimum yang kemudian diasring untuk mendapatkan filtratnya. Filtrat dari sampel dan larutan standar masing-masing 1 mL larutan ammonium molibdat-asam sulfat dan kristal asam askorbat yang kemudian dihomogenkan dan dipanaskan hingga kristal larut. Larutan sampel dan standar diukur absorbansinya dengan UV-Vis dengan panjang gelombang maksimum 827 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Permukaan Adsorben

Metode ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi *Methylene Blue* (MB) yang teradsorpsi sehingga dapat diketahui berat adsorbatnya yang kemudian hasilnya dapat digunakan untuk mengetahui luas permukaan adsorben. Semakin banyak metilen biru yang diserap, maka semakin luas permukaan adsorben (Setianingsih, 2018). Pengukuran konsentrasi *Methylene Blue* (MB) panjang gelombang maksimum yaitu 664,7 nm menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis. Hasil perhitungan luas permukaan dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Luas Permukaan Adsorben

Adsorben	Zeolit : Bentonit	Luas Permukaan Spesifik (S)(m ² /g)
A	5 : 0	45,7129
B	4 : 1	45,9352
C	3 : 2	45,9149
D	1 : 1	45,9637
E	2 : 3	45,6306
F	1 : 4	45,8368
G	0 : 5	45,6406

Pada Tabel 1. dapat dilihat masing-masing adsorben memiliki luas permukaan spesifik yang berbeda walaupun hasilnya tidak berbeda jauh, artinya perbedaan variasi zeolit dan bentonit mempengaruhi perbedaan luas permukaan adsorben. Struktur pada zeolit didominasi kanal dan pori yang sangat tinggi, sehingga kanal dan pori akan mendistribusikan

luas permukaan zeolit. Keadaan ini menjelaskan total luas permukaan pada zeolit ialah jumlah keseluruhan antara luas permukaan (dinding) pori dengan kanal-kanal penyusunnya, dalam hal ini pori dan kanal kristal yang ada didalam maupun antar dianggap berbentuk silinder (Lestari, 2010). Bentonit mempunyai struktur yang berlapis-lapis, dimana masing-masing lapisan terdiri dari kerangka tetrahedral-oktahedral-tetrahedral (TOT). Kerangka tetrahedral terdiri dari silicon dan oksigen sedangkan kerangka octahedral terdiri dari aluminium dan oksigen. Antara satu laisan dengan lapisan berikutnya ada ruang antar lapis yang mempunyai jarak tertentu yang terindikasi sebagai pori bentonit dan berkontribusi terhadap luas permukaan.

Keasaman Permukaan Adsorben

Gugus-gugus tertentu pada permukaan material mengakibatkan permukaan pada material memiliki sifat asam maupun basa. Keasaman permukaan adsorben berkaitan dengan jumlah situs asam Brønsted atau Lewis dapat dinyatakan sebagai jumlah milimol asam dalam setiap gram adsorben (Yang, 2003). Keasaman permukaan sederhananya dapat ditentukan menggunakan metode titrasi asam-basa atau dikenal dengan asidi-alkalimetri. Larutan basa berlebih direaksikan dengan situs asam dari adsorben yang akan mengikat OH⁻ dari larutan basa, sementara basa yang bebas atau tidak terikat pada situs asam adsorben akan dinetralkan menggunakan larutan asam hingga volume tepat ekuivalen. Hasil yang telah didapat ditampilkan pada Tabel 2.

Pada Tabel 2. dapat dilihat adsorben yang memiliki keasaman permukaan yang paling tinggi yaitu adsorben D dengan keasaman permukaan 2,1333±0,0503 mmol/g adsorben. Adsorben D memiliki keasaman permukaan yang paling tinggi karena gabungan dari situs asam zeolit dan bentonit dengan variasi yang tepat yaitu 1 : 1 sehingga tidak ada dominasi dari situs asam bentonit ataupun zeolit. Keasaman permukaan zeolit dan bentonit adalah besar situs asam (asam Brønsted dan asam Lewis) pada tiap gram zeolit atau bentonit yang terikat didalamnya. Widihati (2008) menjelaskan pengurangan oksida alkali dan alkali tanah dapat dilakukan dengan perlakuan aktivasi menggunakan asam yang menyebabkan ion H⁺ menjadi tersubstitusi, sehingga situs H⁺ (asam Brønsted) mengalami penambahan. Selain itu, aktivasi menggunakan asam dengan konsentrasi

tertentu dapat menyebabkan dealuminasi atau melarutnya senyawa aluminium dan menyebabkan terbentuknya situs asam Lewis Al³⁺ yang ada di zeolit maupun bentonit.

Tabel 2. Keasaman Permukaan Adsorben

Adsorben	Keasaman permukaan rata-rata (mmol/g)	Jumlah situs aktif asam (situs/g)
A	1,8300±0,1212	1,1017x10 ²⁴
B	1,7733±0,0808	1,0676x10 ²⁴
C	1,7367±0,2174	1,0455x10 ²⁴
D	2,1333±0,0503	1,2842x10 ²⁴
E	1,6667±0,1701	1,0033x10 ²⁴
F	1,7200±0,0693	1,0354x10 ²⁴
G	1,7933±0,0577	1,0796x10 ²⁴

Pada Tabel 2. dapat dilihat adsorben yang memiliki keasaman permukaan yang paling tinggi yaitu adsorben D dengan keasaman permukaan 2,1333±0,0503 mmol/g adsorben. Adsorben D memiliki keasaman permukaan yang paling tinggi karena gabungan dari situs asam zeolit dan bentonit dengan variasi yang tepat yaitu 1 : 1 sehingga tidak ada dominasi dari situs asam bentonit ataupun zeolit. Keasaman permukaan zeolit dan bentonit adalah besar situs asam (asam Brønsted dan asam Lewis) pada tiap gram zeolit atau bentonit yang terikat didalamnya. Widihati (2008) menjelaskan pengurangan oksida alkali dan alkali tanah dapat dilakukan dengan perlakuan aktivasi menggunakan asam yang menyebabkan ion H⁺ menjadi tersubstitusi, sehingga situs H⁺ (asam Brønsted) mengalami penambahan. Selain itu, aktivasi menggunakan asam dengan konsentrasi tertentu dapat menyebabkan dealuminasi atau melarutnya senyawa aluminium dan menyebabkan terbentuknya situs asam Lewis Al³⁺ yang ada di zeolit maupun bentonit.

Waktu Kontak Optimum

Waktu kontak optimum adsorpsi pada konsentrasi 100 ppm terhadap fosfat dapat ditentukan dengan variasi waktu kontak 30 menit, 1, 2, 4, dan 24 jam. Konsentrasi pada fosfat diukur menggunakan UV-Vis pada panjang gelombang maksimumnya yaitu 827 nm. Hasil penelitian menunjukkan penyerapan masing-masing adsorben meningkat seiring

bertambahnya waktu kontak. Berdasarkan hasil perhitungan persen (%) teradsorpsinya fosfat oleh adsorben pada variasi waktu, semua adsorben pada penelitian ini memiliki waktu kontak optimum 24 jam karena karena fosfat yang teradsorpsi paling banyak terjadi pada waktu kontak 24 jam.

Dari Tabel tersebut, dapat diketahui adsorben A, G memiliki kapasitas adsorpsi paling tinggi, sedangkan adsorben campuran yang paling tinggi kapasitas adsorpsinya adalah adsorben D walaupun perbedaannya dengan adsorben lain tidak terlalu signifikan. Hal ini terjadi tingginya keasaman permukaan dibandingkan dengan yang lain yang dimiliki oleh adsorben tersebut. Karena memiliki tingkat keasaman yang tinggi maka semakin banyak pula situs asamnya, sehingga mampu mengikat fosfat lebih banyak.

Kapasitas Adsorpsi

Pada penentuan kapasitas adsorpsi ini digunakan tiga adsorben yang memiliki daya adsorpsi terbesar pada waktu kontak optimumnya yaitu adsorben A, D, dan G.

Konsentrasi fosfat dalam percobaan ini bervariasi yaitu 50, 75, 100, 200, dan 300 ppm. Konsentrasi fosfat diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimumnya yaitu 827 nm. Tujuan dari penentuan kapasitas adsorpsi untuk melihat serta membandingkan kemampuan masing-masing adsorben dalam menyerap anion fosfat pada waktu optimum.

Tabel 4 menunjukkan persen adsorbansi fosfat dari konsentrasi 50 sampai 100 ppm cenderung meningkat, tapi saat konsentrasi ditingkatkan ke 200 sampai 300 ppm persen adsorbansinya cenderung menurun. Meningkatnya kapasitas adsorpsi dipengaruhi oleh konsentrasi adsorbatnya, semakin tinggi konsentrasinya maka semakin tinggi pula kapasitas adsorpsinya. Menurunnya persen adsorbansi fosfat bisa terjadi jika adsorben mulai jenuh karena setiap pori dan situs aktif adsorben sudah terisi penuh oleh adsorbatnya sehingga adsorben tidak mampu lagi untuk menyerap adsorbat, seperti kasus pada konsentrasi 200 dan 300 ppm.

Tabel 3. Jumlah Fosfat Teradsorpsi Pada Waktu Kontak Tertentu

waktu (jam)	% Fosfat Teradsorpsi						
	Adsorben A (5:0)	Adsorben B (4:1)	Adsorben C (3:2)	Adsorben D (1:1)	Adsorben E (2:3)	Adsorben F (1:4)	Adsorben G (0:5)
0,5	32,16	30,28	32,29	36,11	29,52	30,00	34,36
1	50,27	42,06	55,77	62,85	50,40	54,75	55,72
2	70,76	71,43	68,83	71,40	69,73	66,52	68,15
4	80,83	80,52	84,31	85,61	84,19	80,88	79,73
24	95,36	94,95	91,58	95,06	90,54	94,68	97,28

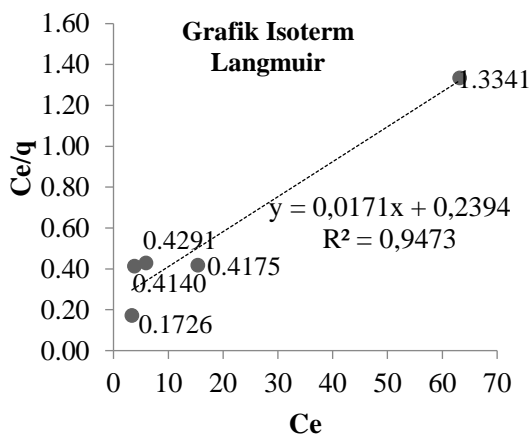
Tabel 4. Jumlah Fosfat Teradsorpsi Pada Konsentrasi Tertentu

Konsentrasi (ppm)	% Fosfat Teradsorpsi		
	Adsorben A (5:0)	Adsorben D (1:1)	Adsorben G (0:0)
50	92,35%	89,39%	88,68%
75	92,10%	97,15%	96,20%
100	96,66%	97,67%	97,02%
200	92,29%	93,26%	93,50%
300	89,47%	93,86%	91,61%

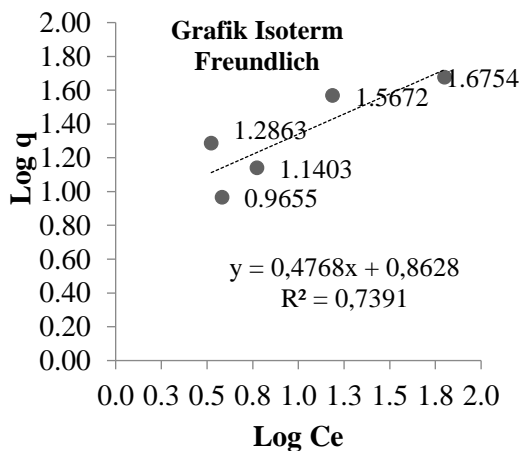
Dari masing-masing konsentrasi, adsorben A, D, dan G menunjukkan persen adsorbansi oleh yang paling tinggi yaitu pada konsentrasi 100 ppm yang artinya ketiga adsorben tersebut memiliki kapasitas adsorpsi optimum pada konsentrasi 100 ppm. Dari sana juga terlihat bahwa adsorben D dengan kombinasi zeolit : bentonit (1:1) memiliki kapasitas adsorpsi tertinggi dibandingkan adsorben A yang berisi zeolit saja dan adsorben G yang isinya bentonit saja. Hal ini terjadi karena luas permukaan spesifik adsorben D lebih besar serta banyaknya situs aktif yang dikandung dibandingkan adsorben A dan G, sehingga mendukung untuk menyerap fosfat lebih banyak.

Isoterm Adsorpsi

Grafik Isotherm Langmuir dan Freundlich untuk adsorben A dapat dilihat dari Gambar 1 dan 2., sedangkan untuk adsorben D dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

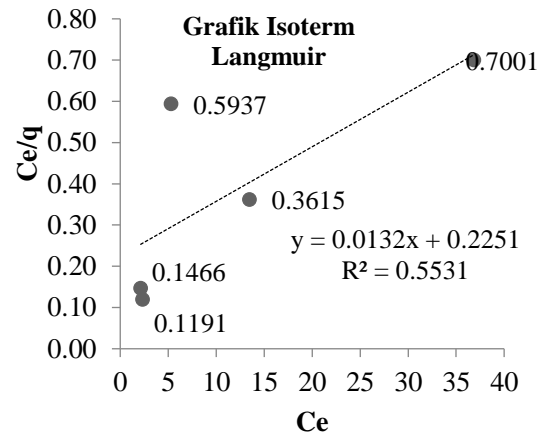


Gambar 1. Grafik Isoterm Langmuir pada Adsorpsi Fosfat oleh Adsorpsi Adsorben A

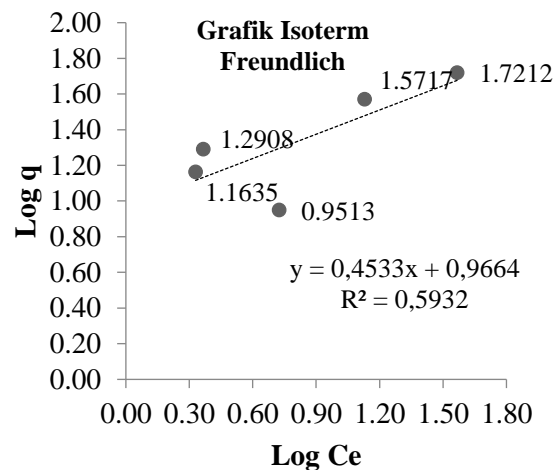


Gambar 2. Grafik Isoterm Freundlich pada Adsorpsi Fosfat oleh Adsorpsi Adsorben A

Dari grafik pada Gambar 1 dan 2 dapat diketahui bahwa adsorpsi fosfat oleh adsorben A dengan kombinasi zeolit : bentonit (5:0) mempunyai koefisien liniernya (R^2) mendekati satu yaitu $R^2 = 0,9473$ yang mengikuti pola isoterm Langmuir dibandingkan dengan koefien linier pada persamaan Freundlich yaitu $R^2 = 0,7391$. Hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi fosfat pada adsorben A membentuk satu lapisan (monolayer).



Gambar 3. Grafik Isoterm Langmuir pada Adsorpsi Fosfat oleh Adsorpsi Adsorben D



Gambar 4. Grafik Isoterm Freundlich pada Adsorpsi Fosfat oleh Adsorpsi Adsorben D

Dari grafik pada Gambar 3. dan 4. dapat diketahui bahwa adsorpsi fosfat oleh adsorben D dengan kombinasi zeolit : bentonit (1:1) mengikuti pola isoterm Freundlich karena koefisien liniernya (R^2) lebih mendekati satu yaitu $R^2 = 0,5932$ dibandingkan dengan koefien linier pada persamaan Langmuir yaitu $R^2 = 0,5531$. Hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi

fosfat pada adsorben D membentuk beberapa lapisan atau multilayer (Darmadinata, 2019).

SIMPULAN

Adsorben dengan kombinasi zeolit : bentonit (5:0), (4:1), (3:2), (1:1), (2:3), (1:4), (0:5) mempunyai luas permukaan spesifik berturut-turut 45,7120 ; 45,9352; 45,9149; 45,9637; 45,6306; 45,8368; dan 45,6406 m²/g. Sedangkan situs aktif berturut-turut 1,1017×10²⁴; 1,0676×10²⁴; 1,0455×10²⁴; 1,2842×10²⁴; 1,0033×10²⁴; 1,0354×10²⁴; 1,0796×10²⁴ situs/g adsorben. Waktu kontak semua adsorben sama yaitu 24 jam. Kapasitas adsorpsi optimum adsorben dengan kombinasi zeolit : bentonit (5:0), (1:1), dan (0:5) adalah 100 ppm dengan persen teradsorpsinya fosfat yaitu berturut-turut 96,66; 97,67; dan 97,02 % yang menunjukkan adsorben zeolit : bentonit (1:1) memiliki kapasitas adsorpsi optimum tertinggi. Adsorben dengan kombinasi zeolit : bentonit (5:0) mengikuti pola isotherm adsorpsi Langmuir, sedangkan adsorben (1:1) mengikuti pola isotherm adsorpsi Freundlich.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansari, A. A., Gill, S. S., Lanza, G. R., Rast, W. 2010. *Eutrophication: causes, consequences and control*. New Delhi India: Springer.
- Antasch, L. M. 2009. *Phosphorus Management to Protect Lake Water Quality*. Journal of America Water Resources Association.
- Bhattacharyya, K. G dan gupta, S. S. 2007. Adsorptive Accumulation of Cd(II), Co(II), Cu(II), Pb(II) and Ni(II) from Water on Montmorillonite. *Influence of Acid Activation. Journal of Colloid and Interface Science*. 310: 411- 424.
- Darmadinata, M., Jumaeri, dan Triastuti S. 2019. Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi Asam Sulfat sebagai Adsorben Anion Fosfat dalam Air. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 8 (1)
- Fang, L. P., Wu, B. L., Lo, I. M. C. 2017. Fabrication of silica-free superparamagnetic ZrO₂@Fe₃O₄ with enhanced phosphate recovery from sewage: Performance and adsorption mechanism. *Chem. Eng. J.* 319: 258-267.
- Huang, W. Y., Zhang, Y. M., Li, D. 2017. Adsorptive removal of phosphate from water using mesoporous materials. *J. Environ Manage.* 193: 470-482
- Lin, L. Wan, C. L. Lee, D. J. Lei, Z. F. Liu, X. 2014. Ammonium assists orthophosphate removal from high-strength wastewaters by natural zeolite. *Purif Technol.* 133: 351-356.
- Muchtar, R. 2005. Penurunan Kandungan Fosfat dalam Air dengan Zeolit. *Jurnal Zeolit Indonesia*. (4)1.
- Ridwan. 2019. Pengolahan dan Karakterisasi Bentonit Alam Aceh Sebagai Pengisi Bionanokomposit Poli Kaprolakton/Poli Asam Laktat/Kitosan (Pcl/Pla/Kitosan). *Disertasi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Setianingsih, T. 2018. *Karakterisasi Pori dan Luas Muka Padatan*. : Universitas Brawijaya Press.
- Sinta, I. N., Suarya, P., Santi, S. R. 2015. Adsorpsi Ion Fosfat Oleh Lempung Teraktivasi Asam Sulfat (H₂SO₄). *Jurnal Kimia*. 9 (2): 217-225
- Widihati, I. A. G. 2008. Adsorpsi anion Cr(VI) oleh batu pasir teraktivasi asam dan tersalut Fe₂O₃. *Jurnal Kimia*. 2(1): 25-30
- Yang, R.T. 2003. *Adsorbent: Fundamentals and Applications, 1st ed*. New Jersey: John Willey and Sons Inc.