# PENGARUH pH, WAKTU KONTAK, DAN KECEPATAN PENGADUKAN PADA ADSORPSI FOSFAT OLEH SEDIMEN

**Isna Nurhidayati*, Riri Enriyani, Askal Maimulyanti**

Program Studi Analisis Kimia, Politeknik AKA Bogor
Jl. Pangeran Sogiri No.283, Tanah Baru, Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154

*Email: isnanurhidayati@kemenperin.go.id
(Received : 1 Juni 2020; Accepted: 30 Juni 2020; Published: 1 Juli 2020)

**Abstrak**

Sedimen memiliki peranan dalam proses eutrofikasi, salah satunya adalah sebagai penampung fosfat. Penelitian ini mengkaji tentang proses adsorpsi fosfat oleh sedimen yang berasal dari Teluk Jakarta yang dipengaruhi oleh pH, waktu kontak, dan kecepatan pengadukan. Adsorpsi maksimum terjadi pada pH 1 dengan efisiensi penyerapan sebesar 88,59% dan kapasitas penyerapan sebesar 0,44 mg/g. Waktu kontak maksimum diperoleh selama 30 menit dengan efisiensi sebesar 76,97 % dan kapasitas penyerapan sebesar 0,38 mg/g. Kecepatan pengadukan maksimum pada 200 rpm dengan efisiensi adsorpsi sebesar 83,14% dan kapasitas adsorpsi sebesar 0,42 mg/g.

**Kata kunci** : Sedimen; fosfat; adsorpsi; pH; waktu kontak; pengadukan

**Abstract**

*Sediment have role in the process of eutrophication, one of which is as a phosphate reservoir. Thus, adsorption of phosphate by sediment from Teluk Jakarta was investigated in this study as a function of pH, time reaction, and speed of shaking. The purpose of this study is to determine the optimum conditions for phosphate adsorption by marine sediment from Teluk Jakarta. The maximum adsorption occured at pH 1 with efficiency of 88.59% and adsorption capacity of 0.44 mg/g. The maximum contact time of 30 minutes resulted efficiency of 76.97% and adsorption capacity of 0.38 mg/g. The shaking of solution with speed of 200 rpm showed the efficiency of 83. 14 % and adsorption capacity of 0. 42 mg/g.*

*Keywords: Sediment; phosphate; adsorption; pH; incubation time; shaking*

## PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan vital bagi manusia. Air diperuntukkan manusia dalam berbagai bidang, seperti bidang pertanian, peternakan, industri, perikanan, pertambangan, dan rumah tangga. Air bersih adalah yang digunakan manusia dalam kebutuhan sehari-hari. Namun, dewasa ini air bersih semakin sulit diperoleh karena pencemaran perairan oleh limbah hasil kegiatan manusia. Adapun salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui adanya pencemaran air adalah adanya senyawa fosfat. Fosfat merupakan anion pencemar air permukaan dan air tanah yang salah satunya dapat disebabkan oleh banyaknya pemberian pupuk fosfor (Zhao *et al*., 2010; Darmasusantini *et al*., 2015) yang tidak sesuai dengan yang diserap oleh tanaman sehingga dapat mencemari tanah karena lebih banyak yang larut dalam air. Fosfat juga dapat berasal dari limbah industri dan penggunaan deterjen yang dapat menyebabkan eutrofikasi (Darmasusantini *et al*., 2015). Keberadaaan fosfat yang berlebihan dalam perairan dapat menyebabkan eutrofikasi. Eutrofikasi ialah pencemaran air yang disebabkan oleh munculnya nutrien yang berlebihan ke dalam ekosistem air yang berakibat tidak terkontrolnya pertumbuhan tumbuhan air (Simbolon, 2016). Eutrofikasi juga dikhawatirkan akan meningkatkan kandungan amonia yang bersifat toksik bagi biota air (Alfionita *et al*., 2019). Dengan demikian, eutrofikasi ini dapat menyebabkan kematian makhluk hidup air seperti ikan dan spesies lain, serta dapat mengurangi keanekaragaman hayati dan kerusakan ekologi.

Ketika fosfat dalam perairan terdapat dalam jumlah yang berlebih, maka fosfat akan kembali terdeposisi ke dalam pori sedimen melalui berbagai proses, antara lain sedimentasi, adsorpsi, dan presipitasi (Rumhayati, 2010). Dengan demikian, sedimen memiliki peranan dalam proses eutrofikasi, salah satunya adalah sebagai penampung fosfat. Penelitian tentang adsorpsi ion fosfat telah banyak dibahas pada penelitian-penelitian sebelumnya. Namun, penggunaan sedimen sebagai adsorben ion fosfat belum dipelajari secara intensif. Dalam penelitian ini dilakukan kajian tentang kemampuan adsorpsi sedimen terhadap ion fosfat yang

dipengaruhi oleh pH, waktu kontak, dan kecepatan pengadukan.

## BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan antara lain: Spektrofotometer UV-Vis, *shaker*, neraca dan peralatan gelas standar.

Bahan yang digunakan antara lain: sedimen, $KH_2PO_4$, asam askorbat, ammonium molibdat, kalium antimonyl-tartrat, HCl, NaOH, kertas pH, kertas *wahttman* no 42.

### Persiapan Sedimen sebagai Adsorbent

Sedimen laut yang digunakan pada penelitian ini diambil dari dari Teluk Jakarta. Sedimen dikeringkan dalam oven pada suhu 1200 selama 24 jam. Setelah kering sedimen dihaluskan sampai ukuran 100 mesh.

### Pengaruh pH pada Adsorpsi Fosfat

Sebanyak 1 gram adsorben (sedimen) ditambahkan ke dalam 50 mL larutan fosfor 10 ppm. Larutan diatur pH (1-14) dengan penambahan NaOH 0,1 N dan HCl 0,1 N. Larutan dishaker dengan kecepatan 150 rpm selama 60 menit. Larutan disaring dan diukur dengan spektrofotometer uv-vis.

### Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi Fosfat

Sebanyak 1 gram adsorben ditambahkan ke dalam 50 mL larutan fosfor 10 ppm. Larutan diatur pH optimum. Larutan dishaker dengan kecepatan 150 rpm selama 30, 60, 90,120 dan 150 menit. Larutan disaring dan diukur dengan spektrofotometer uv-vis.

### Pengaruh Kecepatan Pengadukan

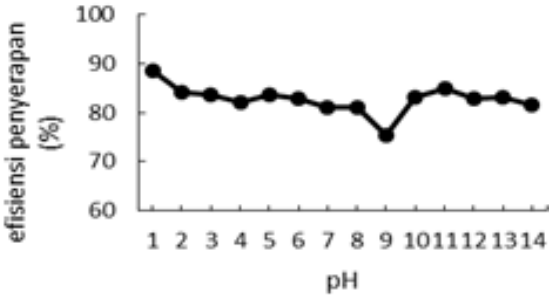
Sebanyak 1 gram adsorben ditambahkan ke dalam 50 mL larutan fosfor 10 ppm. Larutan diatur pH optimum. Larutan dishaker dengan kecepatan 50, 100, 150, 200, dan 250 rpm selama waktu optimum. Larutan disaring dan diukur dengan spektrofotometer uv-vis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh pH pada Adsorpsi Fosfat

Adsorpsi fosfat oleh sedimen dilakukan pada berbagai pH untuk mengetahui pH optimum penyerapan fosfat oleh sedimen. Adapun pengaruh pH pada efisiensi penyerapan fosfat menggunakan sedimen ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan pengaruh pH terhadap penyerapan fosfat oleh sedimen. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan penyerapan fosfat dipengaruhi oleh pH larutan. Pengaruh pH dilakukan pada konsentrasi fosfat 10 mg/L pada rentang pH 1-14. Jumlah sedimen yang digunakan sebesar 1 g dan volume larutan 50 mL.

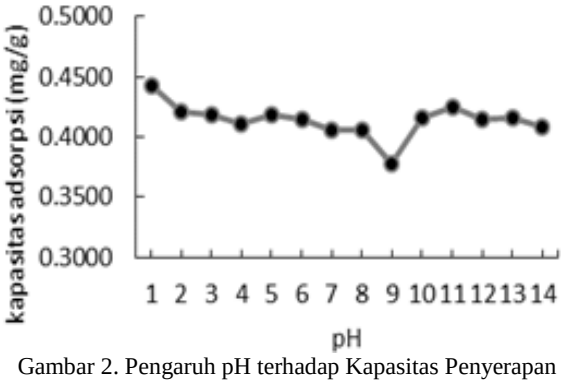



Gambar 1. Pengaruh pH terhadap Efisiensi Penyerapan Fosfat oleh Sedimen

Adsorpsi fosfat oleh sedimen tertinggi terjadi pada pH 1, yaitu dengan efisiensi adsorpsi sebesar 88,59%. Hasil serupa juga diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Jin *et al*. (2005) yang menunjukkan hasil adsorpsi maksimum fosfat oleh sedimen terjadi pada pH rendah. Rendahnya efisiensi adsorpsi fosfat pada pH yang lebih tinggi kemungkinan disebabkan oleh permukaan sedimen memiliki lebih banyak muatan negatif sehingga terjadi tolak-menolak muatan negatif dalam larutan. Dengan demikian, semakin rendahnya adsorpsi fosfat pada pH yang lebih tinggi dapat disebabkan dari peningkatan tolakan antara muatan negatif fosfat dan permukaan sedimen yang bermuatan negatif (Zeng *et al*., 2004).

Adsorpsi fosfat oleh sorben ditentukan oleh muatan permukaan dan situs protonasi fosfat dalam larutan (Nemeth *et al*., 1998). Selain itu, pada pH yang lebih tinggi konsentrasi gugus OH- semakin tinggi sehingga terjadi kompetisi antara gugus OH- dan fosfat pada situs aktif sedimen. Dalam kebanyakan sistem, adsorpsi anion seperti fosfat menurun seiring dengan kenaikan pH dan muatan permukaan menjadi lebih bermuatan negatif (Zhou *et al*., 2005).

Kapasitas adsorpsi adalah banyaknya adsorbat yang mampu terakumulasi pada permukaan adsorben. Adapun kapasitas adsorpsi fosfat oleh sedimen yang dipengaruhi oleh faktor pH ditunjukkan pada Gambar 2.



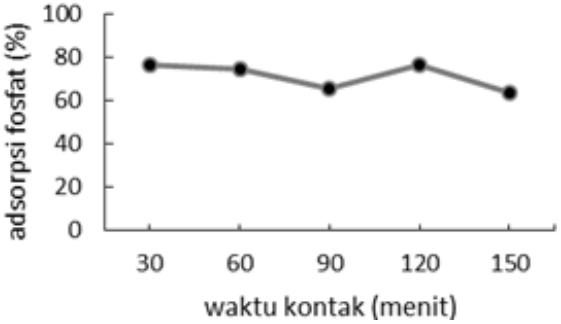

Gambar 2. Pengaruh pH terhadap Kapasitas Penyerapan Fosfat oleh Sedimen

Dari Gambar 2 tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada pH 1, yaitu

sebesar 0,44 mg/g dan cenderung mengalami penurunan seiring dengan kenaikan pH. Hal tersebut disebabkan pada daerah pH < 2, spesi fosfat yang melimpah adalah dalam bentuk $H_3PO_4$ (Delaney *et al*., 2011). Pada daerah pH ini, permukaan sedimen menjadi cenderung bermuatan positif sehingga ion fosfat dapat terserap pada permukaan sedimen dengan mudah karena tidak ada kompetisi dengan anion lain seperti ion OH- yang terdapat dalam suasanan basa. Sebaliknya, pada pH tinggi kemampuan adsorpsi terhadap senyawa anionik cenderung menurun karena adanya kompetisi antara senyawa fosfat dengan ion OH- yang dihasilkan pada kondisi pH basa untuk berinteraksi dengan permukaan sedimen. Semakin basa, maka semakin banyak ion OH- yang dihasilkan sehingga semakin kecil kemungkinan senyawa fosfat dapat berinteraksi dengan permukaaan sedimen yang mengakibatkan rendahnya fosfat yang terserap pada permukaan sedimen.

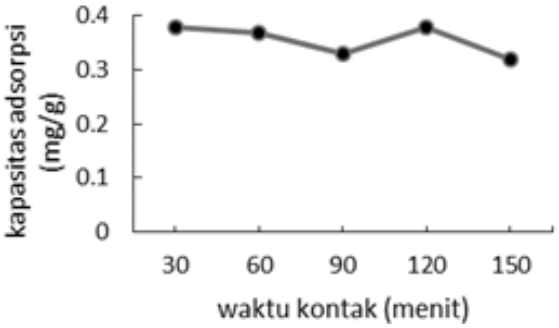
**Pengaruh Waktu Kontak**

Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan memvariasikan waktu kontak, yaitu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, dan 150 menit yang dilakukan pada pH 1. Pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi penyerapan fosfat dapat dilihat pada Gambar 3.




Gambar 3. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Efisiensi Penyerapan Fosfat

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa efisiensi adsorpsi fosfat maksimum pada waktu kontak 30 menit, yaitu dengan jumlah fosfat yang terserap sebesar 76,97%. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak antara fosfat dan sedimen, jumlah fosfat yang teradsorpsi cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan fosfat yang terserap pada permukaan sedimen terlepas lagi ke dalam larutan karena kemungkinan adsorpsi yang terjadi pada fosfat oleh permukaan sedimen bersifat lemah (ikatannya lemah) sehingga mudah lepas ke badan air. Selain itu, selama proses adosorpsi, dapat terjadi reaksi kimia, fisika, dan biologi antarmuka sedimen dan air, sehingga mengakibatkan lepasnya fosfat kembali ke badan air melalui proses difusi molekular, pertukaran ion, dll (Mayer *et al*., 2016; Xu *et al*., 2017). Dengan demikian, dapat dipahami bahwa semakin lama waktu kontak maka efisiensi adsorpsi fosfat cenderung menurun. Adapun pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi fosfat oleh sedimen ditunjukkan pada Gambar 4.

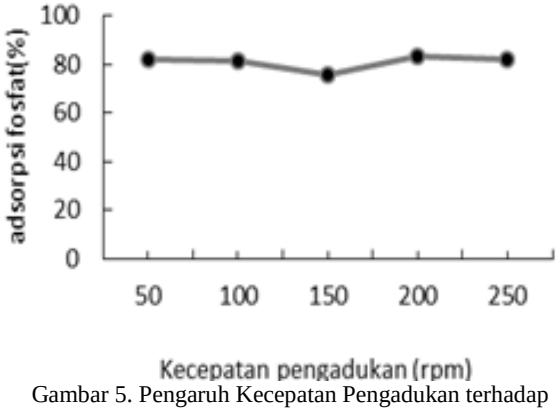



Gambar 4. Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas penyerapan fosfat oleh sedimen

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi terbesar terjadi pada waktu kontak 30 menit, yaitu sebesar sebesar 0,38 mg/g. Kapasitas adsorpsi fosfat oleh sedimen cenderung mengalami penurunan. Hal ini kemungkinan disebabkan karena adsorpsi senyawa fosfat pada permukaan sedimen mengalami interaksi yang tidak kuat, akibatnya ada kemungkinan bahwa pada saat proses kontak yang membutuhkan waktu relatif lama menyebabkan putusnya interaksi atau ikatan yang terjadi pada senyawa fosfat yang tidak terikat kuat dengan permukaan sedimen.

**Pengaruh kecepatan pengadukan**

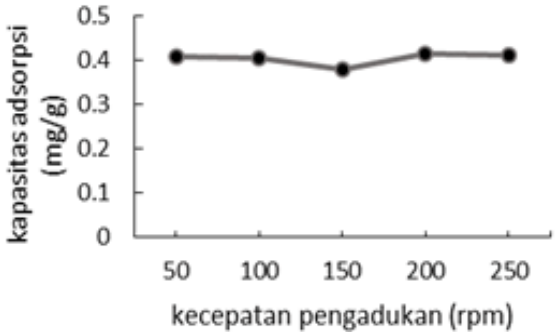
Pengadukan dilakukan untuk membuat larutan homogen yang akan mempengaruhi penyerapan oleh sedimen. Pada penelitian ini dilakukan pengadukan dengan dengan kecepatan pengadukan pada rentang 50-250 rpm. Pengaruh kecepatan pengadukan pada penyerapan fosfat oleh sedimen dapat dilihat pada Gambar 5.




Gambar 5. Pengaruh Kecepatan Pengadukan terhadap Efisiensi Penyerapan Fosfat

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penyerapan optimum terjadi pada kecepatan pengadukan 200 rpm dengan efisiensi adsorpsi sebesar 83,14%. Gambar 5 menunjukkan kecenderungan semakin besar kecepatan pengadukan maka adsorpsi fosfat juga semakin besar. Namun,

pada kecepatan pengadukan yang semakin besar, adsorpsi fosfat mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena pada kecepatan pengadukan yang rendah, interaksi antara sedimen dan fosfat lemah, sehingga jumlah fosfat yang terserap pada permukaan sedimen relatif sedikit. Seiring dengan kenaikan kecepatan pengadukan, maka interaksi yang terjadi antara fosfat dan permukaan sedimen semakin kuat sehingga jumlah adsorpsi fosfat semakin besar. Namun, pada kecepatan pengadukan yang lebih besar lagi menyebabkan terjadinya reaksi fisika, kimia, maupun biologi yang menyebabkan lepasnya fosfat dari sedimen ke perairan. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap kapasitas adsorpsi ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh Kecepatan Pengadukan terhadap Kapasitas Penyerapan Fosfat

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada pengadukan 200 rpm dengan nilai kapasitas penyerapan sebesar 0,42 mg/g. Terdapat kecenderungan bahwa semakin besar kecepatan pengadukan maka semakin besar kapasitas adsorpsinya. Hal ini disebabkan karena kecepatan pengadukan yang besar menyebabkan semakin besar kontak antara adsorben dengan adsorbat, sehingga daya serap adsorben dapat bekerja dengan optimal. Kemudian terjadi penurunan kapasitas adsorpsi fosfat pada kecepatan pengadukan 250 rpm. Hal ini kemungkinan karena permukaan adsorben sudah jenuh oleh ion fosfat, sehingga sebagian fosfat dilepaskan dan menyebabkan terjadi penurunan kapasitas adsorpsi setelah kondisi optimum (Syafrianda *et al*., 2017).

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sedimen memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi fosfat yang dipengaruhi oleh pH, waktu kontak, dan pengadukan. Adsorpsi optimum fosfat oleh sedimen laut yang berasal dari Teluk Jakarta terjadi pada pH 1 dengan waktu kontak 30 menit dan kecepatan pengadukan 200 rpm.

## DAFTAR PUSTAKA


Alfionita, A.N.A., Patang., Kaseng, E.S. (2019). *Pengaruh Eutrofikasi terhadap Kualitas Air di Sungai Jeneberang*. Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian Vol.5., No.1, 9-23.

Darmasusantini, P.D., Merit, I.D., Dharma, I.G.B.S. (2015). *Identifikasi Sumber Pencemar dan Analisis Kualitas Air Tukad Saba provinsi Bali*. Ecotrophic. Vol. 9, No. 2, 57-63.

Delaney, P., Mcmannamon, C., Hanrahan, J.P., Copley, M.P., Holmes, J.D., Morris, M.A. (2011). *Development of Chemically Engineered Porous Metal Oxides for Phosphate Removal*. J. Hazard. Mater., 185, 382–391.

Jin X., Wang, S., Pang, Y., Zhao, H., Zhou, X. (2005). *The Adsorption of Phosphate on Different Trophic Lake Sediments*. Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng., Aspects 254, 241–248.

Mayer, B.K. Baker, L.A. Boyer, T.H. Drechsel, P. M. Gifford, Hanjra, M.A. Parameswaran, P. Stolzfus, J. Westerhoff, P. Rittman, B.E. (2016). *Total Value of Phosphorus Recovery*. Environ. Sci. Technol. 50, 6606-6620.

Nemeth, Z., Gancs, L., Gemes, G., Kolics, A. (1998). *pH Dependence of Phosphate Sorption on Aluminum*, Corrosion Science, 40, 2023–2027.

Rumhayati, B. (2010). *Studi Senyawa Fosfat Dalam Sedimen dan Air Menggunakan Teknik Diffuse gradient in Thin Films (DGT)*. Jurnal ILMU DASAR, Vol. 11 No. 2, 160-166

Simbolon, A.R. (2016). *Pencemaran Bahan Organik Dan Eutrofikasi Di Perairan Cituis, Pesisir Tangerang*. Jurnal Pro-Life. Vol. 3. No.2.

Syafrianda I., Yeni, E., Daus, S. (2017). *Pengaruh Waktu Kontak dan Laju Pengadukan Terhadap Adsorpsi Zat Warna Pada Air Gambut Menggunakan Adsorben Limbah Biosolid Land Application Industri Minyak Kelapa Sawit*. Jom FTEKNIK Volume 4 No.2.

Xu, R., Zhang, M., Mortimer, R.J.G., Pan, G. (2017). *Enhanced Phosphorus Locking by Novel Lanthanum/Aluminum–Hydroxide Composite: Implications for Eutrophication Control*. Environ. Sci. Technol. 51 3418-3425.

Zeng, L., Lia, X., Liu, J. (2004). *Adsorptive Removal of Phosphate From Aqueous Solutions Using Iron Oxide Tailings*. Water Research, 38, 1318–1326.

Zhao, G., Liu, Y., Tian, Y., Sun, Y., Cao, Y. (2010). *Preparation and Properties of Macromolecular Slow-Release Fertilizer Containing Nitrogen, Phosphorus and Potassium*, J Polym Res., 17, 119–125.

Zhou, A., Tang, H., Wang, D. (2005). *Phosphorus Adsorption on Natural Sediments: Modeling and Effects of pH and Sediment Composition*. Water Research, 39, 1245–1254.