

Adsorpsi Pb (II) oleh Lempung Alam Desa Talanai (Das Kampar): modifikasi NaOH

Amilia Linggawati*), Muhdarina, Nurhayati, T. Ariful Amri, Andri Yulis dan Herlinda
Laboratorium Kimia Fisika, Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
*) Penulis korespondensi: alinggawati@gmail.com

ABSTRAK

Modifikasi lempung merupakan salah satu upaya memperbaiki karakter lempung alam. Penggunaan NaOH untuk memodifikasi lempung telah meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) lempung. Berdasarkan peningkatan KTK diprediksi bahwa lempung hasil modifikasi dengan NaOH dapat menyerap kation. Aplikasi lempung termodifikasi NaOH ini digunakan untuk menyerap kation Pb(II). Daya jerap lempung terhadap Pb(II) dipelajari dari pengaruh waktu kontak, konsentrasi adsorbat, temperatur dan pH pada proses penjerapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penjerapan Pb⁺² oleh lempung termodifikasi NaOH lebih tinggi daripada lempung alam dengan peningkatan sekitar 0,1-0,25 mg/g lempung. Penjerapan tertinggi Pb⁺² oleh lempung modifikasi (97,7%) terjadi pada waktu kontak 60 menit, konsentrasi adsorbat 20 ppm, suhu 30°C dan pH 6.

Kata Kunci: Adsorpsi Pb⁺², lempung alam Desa Talanai, lempung modifikasi NaOH.

I. PENDAHULUAN

Logam berat termasuk ke dalam golongan polutan yang dapat ditemui di lingkungan perairan. Ion timbal (Pb⁺²) merupakan ion logam berat yang dapat menjadi sumber polutan di perairan mulai pada tingkat konsentrasi sangat rendah ($\mu\text{g.L}^{-1}$). Ion logam ini berbahaya bagi saraf, darah, sistem pencernaan, serta untuk sistem endokrin dan kardiovaskular. United States Environmental Protection Agency (USEPA) mengidentifikasi logam tersebut sebagai polutan prioritas yang diharapkan beberapa tahun ke depan level kontaminasinya mesti $< 10 \mu\text{g.L}^{-1}$ (USEPA). Oleh sebab itu kontaminan ini mesti diturunkan atau dihilangkan. Salah satu metode untuk menghilangkan atau menurunkan kontaminan ion Pb adalah dengan cara adsorpsi (penjerapan). Lempung merupakan salah satu bahan alam yang dapat digunakan sebagai penjerap. Penggunaan lempung sebagai penjerap dinilai lebih murah berbanding dengan penggunaan karbon aktif.

Kajian ini bertujuan mengaplikasikan lempung alam Desa Talanai termodifikasi NaOH untuk menyerap Pb (II). Berdasarkan kajian terdahulu (Ariful dkk 2012; Nadarlis 2012) melaporkan bahwa lempung alam Desa Talanai (DAS Kampar) tidak sesuai digunakan sebagai penjerap. Oleh sebab itu supaya dapat dimanfaatkan sebagai penjerap Pb(II), maka lempung alam yang digunakan sebagai penjerap adalah yang telah ditingkatkan karakternya dengan cara modifikasi. Menurut Shally (2011) modifikasi lempung alam Desa Talanai (LAT) dengan NaOH yang dikalsinasi pada suhu 600°C selama 3 jam telah meningkatkan kapasitas tukar kationnya.

Berdasarkan tingginya peningkatan KTK maka dapat diprediksi bahwa lempung hasil modifikasi dengan NaOH ini akan dapat menyerap kation Pb(II).

Makalah ini membahas pengaruh waktu kontak adsorben dengan adsorbat, konsentrasi adsorbat, suhu, berat adsorben, dan pH pada kemampuan adsorpsi lempung alam dan lempung modifikasi NaOH untuk menyerap Pb (II).

II. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan: lempung alam Desa Talanai yang dimodifikasi (diaktivasi) NaOH (Sally, 2011), $Pb(NO_3)_2$ (Merck) dan air suling.

Peralatan yang digunakan: *shaker waterbath* (Sibata WS-120), Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) model SOLAAR32 AA Spektrofotometer, sentrifus dan peralatan gelas.

Uji daya serap lempung. Uji jerapan dilakukan dengan cara merendam 0,1 g lempung (alam atau modifikasi) di dalam larutan $Pb(NO_3)_2$ yang diaduk di dalam *shaker waterbath* dengan kecepatan 120 rpm. Pada analisis pengaruh waktu kontak terhadap daya jerap lempung dilakukan dengan cara memvariasi waktu perendaman lempung di dalam 7 ppm larutan $Pb(NO_3)_2$ yaitu mulai 5, 15, 30, 45, 60, 90, hingga 120 menit pada temperatur 30°C.

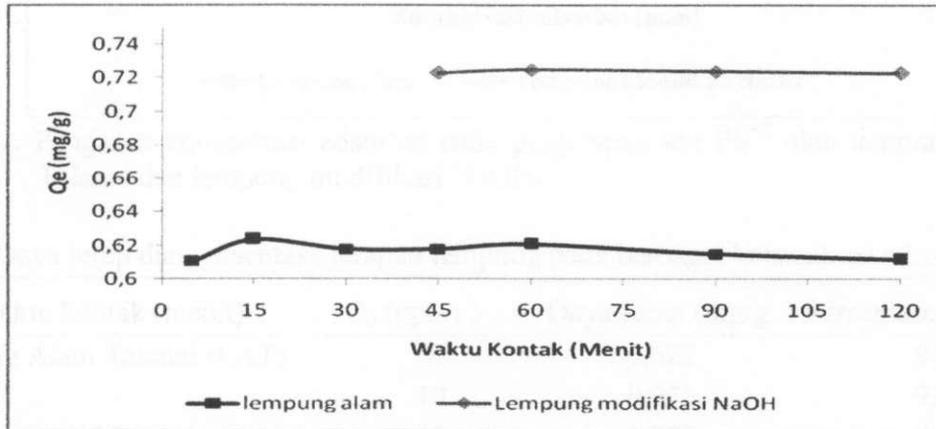
Penentuan pengaruh konsentrasi adsorbat pada penjerapan Pb (II) dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ pada waktu kontak penjerapan Pb (II) optimum (15 menit untuk lempung alam dan 60 menit untuk lempung modifikasi). Variasi konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ mulai dari 7, 10, 15 hingga 20 ppm, sedangkan penentuan pengaruh temperatur dilakukan dengan memvariasikan suhu perendaman lempung di dalam larutan $Pb(NO_3)_2$ yaitu mulai dari suhu 30, 40, 50 hingga 60°C pada konsentrasi adsorbat 20 ppm dan waktu kontak penjerapan optimum (15 menit untuk lempung alam dan 60 menit lempung modifikasi).

Penentuan pengaruh pH terhadap jerapan Pb(II) ditentukan dengan cara memvariasikan pH larutan (3, 4, 5, dan 6) pada suhu penjerapan optimum yaitu 30°C untuk lempung modifikasi dan 60°C untuk lempung alam. Setelah lempung di rendam di dalam larutan $Pb(NO_3)_2$ pada berbagai variasi waktu kontak, konsentrasi adsorbat, temperatur dan pH, lempung dipisahkan dengan larutannya secara sentrifugasi. Filtratnya dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

III. Hasil dan Diskusi

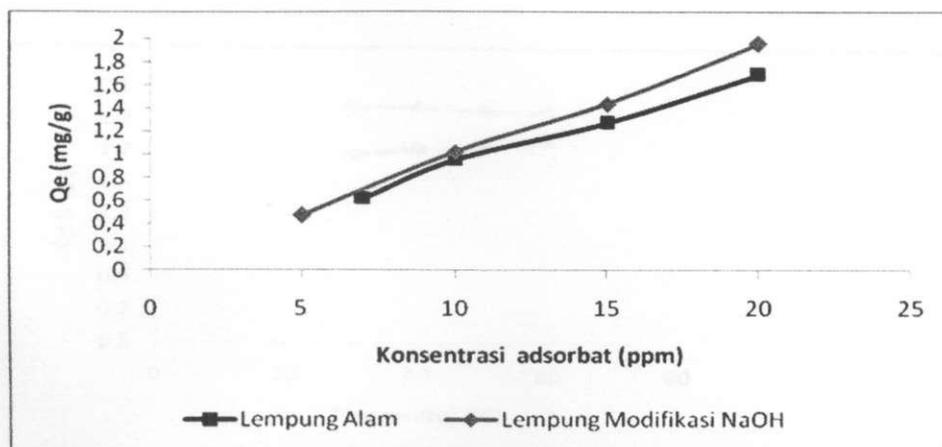
Pengaruh waktu kontak. Penentuan pengaruh waktu kontak pada kemampuan penjerapan Pb^{+2} oleh lempung alam dan lempung modifikasi NaOH dilakukan pada suhu 30°C dengan konsentrasi awal adsorbat 7 ppm, berat adsorben 0,1 g dan variasi waktu kontak dari 5 menit hingga 120 menit. Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa waktu kontak optimum proses penjerapan Pb^{+2} pada kedua lempung berbeda. Waktu kontak optimum penjerapan Pb^{+2} oleh lempung alam adalah 15 menit dengan daya jerap (Q_e) 0,624 mg/g dan persentase jerapan 94,81% (Tabel 1). Pada lempung modifikasi NaOH waktu kontak optimum terjadi pada 60 menit dengan daya jerap 0,725 mg/g dan persentase penjerapan 95,85%. Modifikasi LAT dengan NaOH telah meningkatkan daya jerap 0,1 mg/g. Perbedaan waktu kontak optimum antara

lempung alam dan lempung modifikasi disebabkan keberadaan situs aktif. Modifikasi atau aktivasi lempung dengan NaOH menyebabkan bertambahnya situs aktif LAT, akibatnya situs aktif LAT modifikasi lebih banyak daripada LAT. Oleh karena itu jerapan ion Pb^{+2} oleh LAT modifikasi > tanpa modifikasi (LAT) dan penjerapan ini masih terus meningkat hingga waktu kontak 60 menit, sedangkan untuk LAT pada waktu 15 menit situs sudah jenuh, bahkan terjadi desorpsi pada waktu kontak >15 menit. Desorpsi ini ditandai dengan penurunan daya serap lempung seiring dengan penambahan waktu kontak.



Gambar 1. Pengaruh waktu kontak pada penjerapan ion Pb^{+2} oleh lempung alam dan lempung modifikasi NaOH.

Pengaruh Konsentrasi adsorbat. Pengaruh konsentrasi adsorbat dilakukan pada suhu $30^{\circ}C$, waktu kontak optimum 60 menit dan kecepatan pengadukan 120 rpm. Variasi konsentrasi dibuat dari 5 hingga 20 ppm. Merujuk pada Gambar 2 diketahui bahwa daya jerap Pb^{+2} oleh kedua jenis lempung meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi adsorbat. Bhattacharya dan Gupta (2007) melaporkan bahwa pada konsentrasi adsorbat rendah, rasio jumlah adsorbat (ion Pb^{+2}) dengan situs aktif adsorpsi kecil, akibatnya adsorpsi tidak bergantung pada konsentrasi awal adsorbat. Pada saat konsentrasi awal ion Pb^{+2} tinggi, kompetisi pada situs adsorpsi semakin kuat, akibatnya jumlah zat yang terserap per unit massa adsorben meningkat, namun tingkat penjerapannya menurun. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 untuk adsorben lempung alam (LAT), daya jerap optimum pada konsentrasi awal tertinggi (20 ppm) adalah 1,687 mg/g, sedangkan tingkat penjerapannya hanya 86,8%. Kondisi ini berbeda dengan lempung modifikasi NaOH yang menunjukkan peningkatan persentase jerapan seiring dengan peningkatan konsentrasi awal. Perbedaan ini disebabkan oleh peningkatan jumlah situs aktif lempung modifikasi. Peningkatan jumlah situs aktif ini memperkecil tingkat kompetisi adsorbat dengan adsorben, akibatnya persentase tingkat penjerapannya juga meningkat.

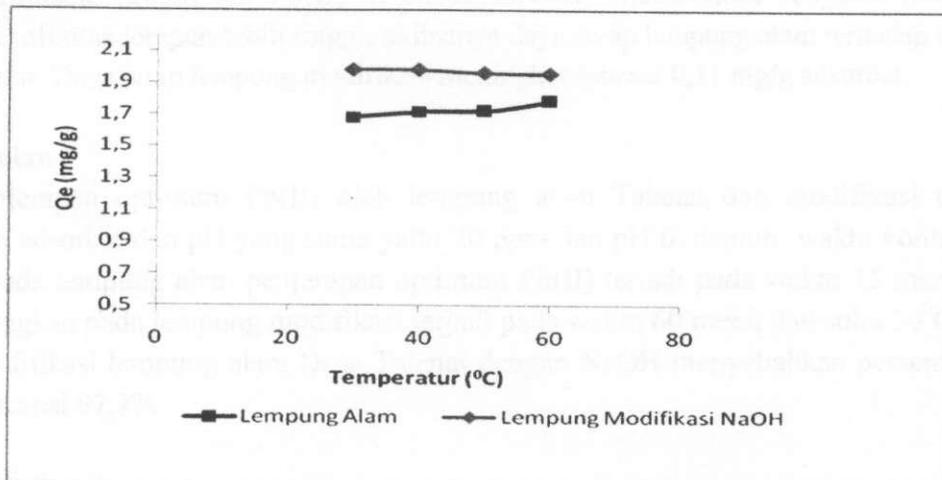


Gambar 2. Pengaruh konsentrasi adsorbat pada penjerapan ion Pb⁺² oleh lempung alam Desa Talanai dan lempung modifikasi NaOH.

Tabel 1. Daya jerap dan persentase jerapan lempung pada berbagai konsentrasi adsorbat.

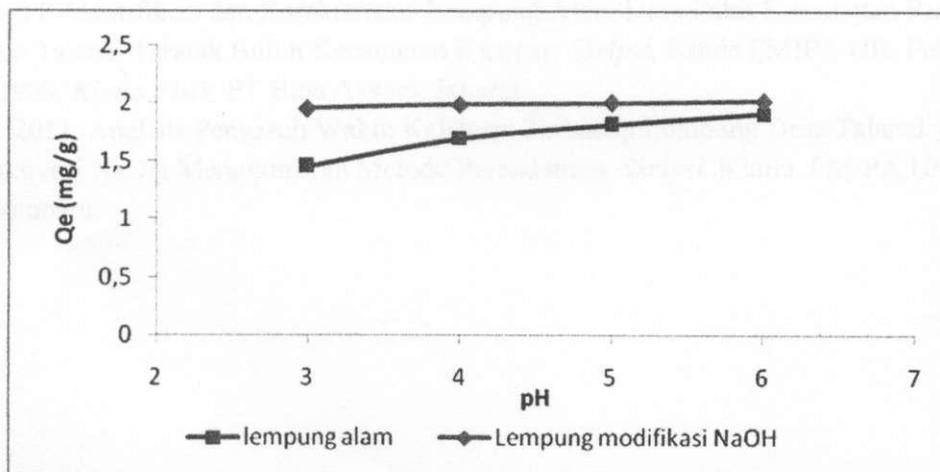
Waktu kontak (menit)	C ₀ (ppm)	Daya Jerap (mg/g)	Persentase jerapan (%)
Lempung Alam Talanai (LAT)	7	0,622	94,52
	10	0,955	93,02
	15	1,273	86,26
	20	1,687	86,8
Lempung Modifikasi NaOH	5	0,474	95,74
	10	1,021	95,95
	15	1,434	95,73
	20	1,953	96,22

Pengaruh temperatur. Analisis pengaruh temperatur larutan pada penjerapan Pb⁺² dilakukan pada waktu kontak 60 menit untuk lempung modifikasi dan 15 menit untuk lempung alam dengan konsentrasi awal PbNO₃ (adsorbat) 20 ppm dan variasi temperatur 30, 40, 50, dan 60⁰C. Gambar 3 memperlihatkan peningkatan daya jerap Pb(II) oleh lempung alam seiring dengan kenaikan temperatur larutan. Kenaikan suhu larutan adsorbat menyebabkan pergerakan molekul-molekul adsorbat ke permukaan lempung (adsorben) menjadi lebih aktif, selain itu peningkatan suhu menyebabkan peningkatan affinitas ion Pb⁺², pengurangan efek hidrasi dan penambahan situs sehingga penjerapan Pb⁺² ke dalam lempung bertambah (Bhattacharyya, KG dan Gupta, 2008). Berbeda dengan lempung modifikasi, penjerapan menurun dengan meningkatnya temperatur. Penjerapan maksimum pada temperatur 30⁰C. Pada kondisi tersebut telah mencapai kesetimbangan, akibatnya dengan meningkatnya suhu, kesetimbangan bergeser ke arah adsorbat yang ditunjukkan dengan peristiwa desorpsi yaitu penurunan daya jerap ion Pb(II).



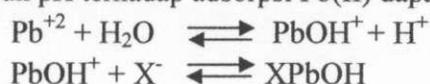
Gambar 3. Pengaruh temperatur pada penjerapan ion Pb²⁺ oleh lempung alam Desa Talanai dan lempung modifikasi NaOH.

Pengaruh pH. Proses penjerapan dilakukan pada pH 1-6. Menurut Sukardjo (1989) penjerapan pada pH tinggi (pH > 6) lebih cenderung memberikan hasil yang kurang sempurna, karena terbentuknya senyawa oksidasi dari unsur-unsur pengotor lebih besar sehingga akan menutupi permukaan adsorben dan menghalangi proses penyerapan partikel-partikel terlarut pada adsorben. Pengaruh pH terhadap penjerapan Pb²⁺ oleh lempung ditampilkan pada Gambar 4. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa daya jerap (Qe) ion Pb (II) meningkat seiring dengan peningkatan pH.



Gambar 4. Pengaruh pH pada penjerapan ion Pb²⁺ oleh lempung alam Desa Talanai dan lempung modifikasi NaOH.

Pengaruh pH terhadap adsorpsi Pb(II) dapat dijelaskan dengan metode hidrolisis berikut :



Makalah disampaikan Pada Seminar Hasil Penelitian UR
10 – 13 Desember 2012

Menurut Mihaela (2008) ion Pb(II) di dalam larutan membentuk senyawa hidroksil yang mempunyai afinitas jerapan lebih tinggi, akibatnya daya serap lempung alam terhadap logam Pb(II) semakin besar. Daya jerap lempung modifikasi meningkat sebesar 0,11 mg/g adsorbat.

IV. Simpulan

Penjerapan optimum Pb(II) oleh lempung alam Talanai dan modifikasi terjadi pada konsentrasi adsorbat dan pH yang sama yaitu 20 ppm dan pH 6, namun waktu kontak dan suhu berbeda. Pada lempung alam penjerapan optimum Pb(II) terjadi pada waktu 15 menit dan suhu 60°C, sedangkan pada lempung modifikasi terjadi pada waktu 60 menit dan suhu 30°C.

Modifikasi lempung alam Desa Talanai dengan NaOH menyebabkan persentase jerapan Pb(II) mencapai 97,7%.

Daftar Pustaka

- Bhattacharyya, K. G. and Gupta, S. S. 2007. Adsorptive Accumulation Of Cd (II), Cu (II), Pb (II), And Ni (II) from Water On Montmorillonite: Influence of Acid Activation. *Journal of Colloid and Interface Science* 310 (2007) 411-424
- Bhattacharyya, KG and Gupta, SS. 2008. Immobilization of Pb(II), Cd(II) and Ni(II) Ions on Kaolinite and Montmorillonite Surfaces from Aqueous. *Journal of Enviromental management* 87: 45-58.
- Mihaela U., Ildiko A., Yolanda, F., Leonor, C & Elena, M. 2008. Batch chromium(VI), cadmium(II) and lead(II) Removal from Aqueous Solutions by Horticultural Peat. *Water Air Soil Pollut* 194: 209–216
- Nadarlis, 2011. Identifikasi dan Karakterisasi Lempung Alam Desa Palas Kecamatan Rumbai dan Desa Talanai Teratak Buluh Kecamatan Kampar. *Skripsi, Kimia FMIPA UR, Pekanbaru.*
- Sukardjo. 1989. *Kimia Fisik*, PT Bina Aksara, Jakarta.
- Yanova, S. 2011. Analisis Pengaruh Waktu Kalsinasi Terhadap Lempung Desa Talanai yang diaktivasi NaOH Menggunakan Metode Perendaman. *Skripsi. Kimia. FMIPA UR: Pekanbaru.*