

KEMAMPUAN ADSORPSI TANAH LEMPUNG LANAUAN TERHADAP NATRIUM

Anna Fadliah Rusydi¹, Asep Mulyono², Arief Rachmat¹, M. Rahman Djuwansah¹

¹Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Jalan Sangkuriang Bandung 40135

Telpon: +62 022 2503654, Fax: +62 022 2504593

²UPT Loka Uji Teknik Penambangan dan Mitigasi Bencana Liwa LIPI

Email: anna.rusydi@gmail.com

Sari

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan tanah lempung lanauan, yang berasal dari tanah sawah sekitar kawasan industri Rancaekek, dalam mengadsorpsi natrium yang banyak dihasilkan dari industri di hulu sungai. Percobaan adsorpsi dilakukan dengan sistem batch. Lima gram Tanah dimasukkan dalam 6 buah tabung yang berisi larutan natrium dengan konsentrasi bervariasi, mulai dari 5 ppm sampai 30 ppm. pH larutan berada pada kondisi netral dan kontak antara tanah dan larutan natrium dilakukan selama 24 jam. Fenomena adsorpsi digambarkan melalui suatu hubungan antara jumlah adsorbat yang teradsorpsi (natrium) per berat adsorben (tanah) terhadap konsentrasi keseimbangan, yaitu konsentrasi natrium yang tidak teradsorpsi. Data hasil eksperimen kemudian di analisis menggunakan persamaan isotherm Langmuir dan Freundlich. Dari persamaan isotherm Langmuir diperoleh nilai kapasitas adsorpsi maksimum atau jenuh di mana semua sorption site telah “penuh” adalah 2,78 mg/100 g tanah. Berdasarkan persamaan isotherm Freundlich, nilai konstanta yang menunjukkan kemampuan adsorpsi tanah lempung lanauan adalah 0.827. Nilai-nilai ini menunjukkan tanah lempung lanauan memiliki kemampuan yang cukup kuat dalam mengadsorpsi natrium.

Kata kunci: natrium, tanah lempung lanauan, adsorpsi, isotherm Langmuir, isotherm Freundlich

Abstract

The objective of these investigation is to determined the capability of silty clay soil to adsorb sodium. Sodium in this soil came from river Cikijing that is also used to irrigate the paddy fields. The adsorption of silty clay soil was done by batch system. Five gram of soil was added to 6 tubes of 50 mL natrium liquid that had varied concentrations, range from 5 ppm to 30 ppm. The liquid pH was netral and contact time between soil and liquid was 24 hours. Adsorption phenomena was described by a relationship between the number of adsorbate which was adsorb (sodium) per weight of adsorbent (soil) to the concentration balance (concentration of natrium that could not be adsorb). Experimental data were analyzed using Langmuir and Freundlich isotherm equations. Langmuir isotherm equation showed that the sorption maximum capacity after all the sorption sites had been full was 2.78 mg/100 g soil. Freundlich isotherm equation showed the constant of adsorption capacity silty clay soil was 0.827. These values indicate that silty clay soil has strong capability in adsorbing sodium.

Keywords: sodium, silty clay soil, adsorption, Langmuir isotherm, Freundlich isotherm

PENDAHULUAN

Industri tekstil di sepanjang jalan raya Rancaekek-Cicalengka yang dikembangkan di lahan sawah produktif membuang limbah industrinya ke beberapa sungai di wilayah ini. Sungai-sungai tersebut juga digunakan sebagai sumber air irigasi bagi persawahan di bagian hilirnya. Seperti terjadi di Sub DAS Citarik, pihak industri atau pabrik di wilayah Kabupaten Sumedang membuang limbahnya ke S. Cihideung dan S. Cikijing yang merupakan sumber air irigasi bagi persawahan di Kabupaten Bandung. Para petani di kawasan tersebut melaporkan beberapa kali menanam padi dalam setahun tanpa mendapatkan hasil atau hasilnya sangat minim (Abdurachman *et al.*, 2000).

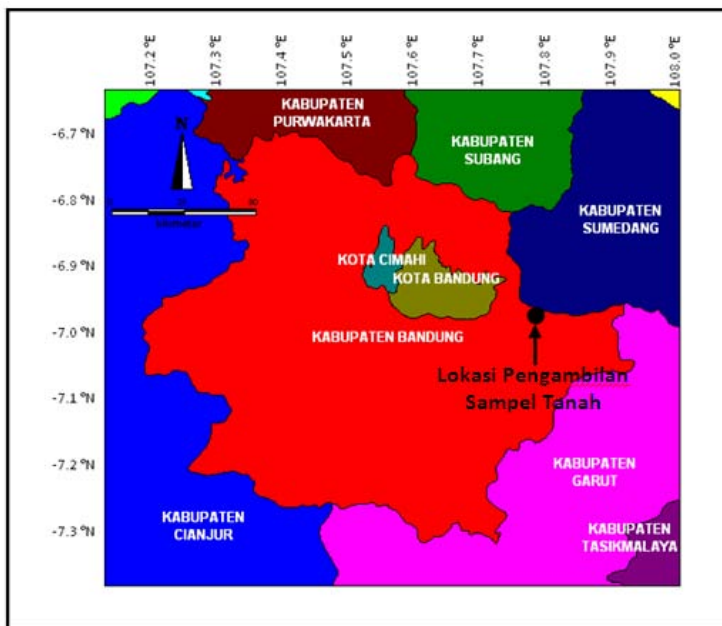
Limbah industri yang dibuang ke badan sungai mengandung beberapa pencemar, di antaranya Natrium yang merupakan kation dengan konsentrasi terbesar, yaitu 777 ppm. Natrium dalam badan sungai kemudian masuk ke dalam air irigasi persawahan dan mencemari tanah persawahan. Tanah yang terkena limbah zat kimia dalam konsentrasi di atas ambang batas mungkin tidak sakit meskipun mengandung unsur/senyawa kimia atau logam berat yang berbahaya, namun bila tanah tersebut ditanami, maka tanaman tersebut akan mengakumulasi unsur/senyawa yang berbahaya, sehingga dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia dan hewan yang mengkonsumsi produk tersebut (Suganda, dkk. 2002).

Perpindahan natrium dari air irigasi ke dalam tanah bisa terjadi karena beberapa proses, salah satunya proses adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses hilangnya zat terlarut, yaitu natrium, dari larutan dengan asumsi terjadi penyerapan pada permukaan tanah (<http://lawr.ucdavis.edu/classes/ssc102/Section7.pdf>). Proses adsorpsi terjadi karena adanya ikatan fisika dan kimia antara natrium dengan permukaan tanah.

Tanah yang dikenal sebagai rona permukaan zona tak jenuh merupakan media geologi koneksi hidrologi antara komponen air permukaan dan air bawah permukaan. Pergerakan air pada zona tak jenuh berperan dalam besarnya imbuhan (*recharge*) airtanah juga berperan penting dalam transfer zat pencemar. Tanah dengan kandungan natrium sangat tinggi dikenal dengan tanah-tanah salin. *Salinitas* mejadi masalah jika mencapai zona perakaran dimana beberapa akar vegetasi tanaman non pesisir tidak toleran dengan kadar *salinitas* yang tinggi.

Pengaruh terhambatnya pertumbuhan vegetasi sebagai akibat tingginya kandungan natrium (garam) dalam tanah diakibatkan oleh : 1. Natrium meningkatkan tekanan osmosis sehingga air dalam tanah tidak dapat diserap oleh tanaman; 2. Keracunan ion spesifik sehingga mengganggu kadar nutrisi dalam tanaman dan 3. Kadar natrium dapat merubah sifat struktur dan permeabilitas tanah (Brown *et al.*, 1982).

Kemampuan tanah dalam mengadsorpsi natrium akan mempengaruhi mobilitas natrium dalam tanah. Semakin tinggi kemampuan tanah dalam mengadsorpsi natrium, maka mobilitas natrium akan semakin rendah. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi tanah di kawasan industri tekstil Rancaekek (Gambar 1) terhadap natrium yang berasal saluran irigasi.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

METODOLOGI

Adsorben dan adsorbat

Adsorben dan adsorbat yang digunakan dalam proses adsorpsi ini adalah tanah dan natrium. Sebelum dilakukan uji adsorpsi, dilakukan pemeriksaan karakteristik awal adsorben yang meliputi klasifikasi jenis tanah adsorben, pH, dan kandungan natrium awal dalam adsorben.

Adsorben yang digunakan adalah tanah dengan jenis lempung lanauan. dengan pH 6,52, kandungan natrium 777 ppm. Kandungan natrium dalam adsorben dapat mengganggu proses adsorpsi. Oleh karena itu, sebelum digunakan dalam uji adsorpsi, adsorben dibersihkan terlebih dahulu. Setelah adsorben bebas natrium dilakukan uji adsorpsi

Uji Adsorpsi

Uji adsorpsi dilakukan dengan merendam adsorben dalam larutan adsorbat. Perbandingan adsorben dan adsorbat adalah sebesar 1:10, yaitu 5 gram tanah dilarutkan dalam 50 mL larutan natrium. Larutan natrium dibuat dalam enam variasi, yaitu 5 ppm; 10 ppm; 15 ppm; 20 ppm; 25 ppm; dan 30 ppm. Campuran adsorben dan adsorbat diaduk dengan kecepatan sekitar 50 rpm selama 10 menit. pH campuran dikondisikan netral. Kemudian campuran didiamkan selama 24 jam (Notodarmojo, 1992).

Hasil uji adsorpsi selanjutnya digambarkan dengan dua model isoterm, yaitu model isoterm Langmuir dan model isoterm Freundlich. Persamaan yang digunakan untuk masing-masing model isoterm adalah sebagai berikut (Notodarmojo, 2005):

Isoterm Langmuir

$$s = \frac{q_m K_{ads} C_e}{1 + K_{ads} C_e} \quad \dots \quad 1$$

dimana:

- S = massa zat teradsorpsi per satuan berat adsorben (mg/kg sorbent).
- q_m = tetapan yang menunjukkan kapasitas adsorpsi maksimum atau jenuh di mana semua *sorption site* telah penuh (mg/kg sorbent).
- K_{ads} = tetapan yang berhubungan dengan energi ikatan ($mg^{-1} L$)
- C_e = konsentrasi larutan setelah ekuilibrium (mg/L).

Persamaan 1 dilinearkan menjadi bentuk umum $y = c + mx$, atau:

$$\frac{y}{S} = \frac{c}{q_m} + \frac{m}{K_{ads} q_m} \frac{x}{C_e} \quad \dots \dots \dots 2$$

Isoterm Freundlich

$$S = K_f C_e^n \quad \dots \dots \dots 3$$

dimana:

- K_f = konstanta.
- n = tetapan yang menunjukkan daya sorpsi terhadap adsorbat.

Persamaan 3 juga dilinearkan menjadi bentuk umum $y = c + mx$, atau:

$$\log S = \log K_f + n \log C_e \quad \dots \dots \dots 4$$

Data hasil uji adsorpsi diperlihatkan dalam Tabel 1, yaitu konsentrasi natrium dalam larutan mula-mula (C_0 , ppm) dan konsentrasi natrium setelah 24 jam atau konsentrasi ekuilibrium (C_e , ppm).

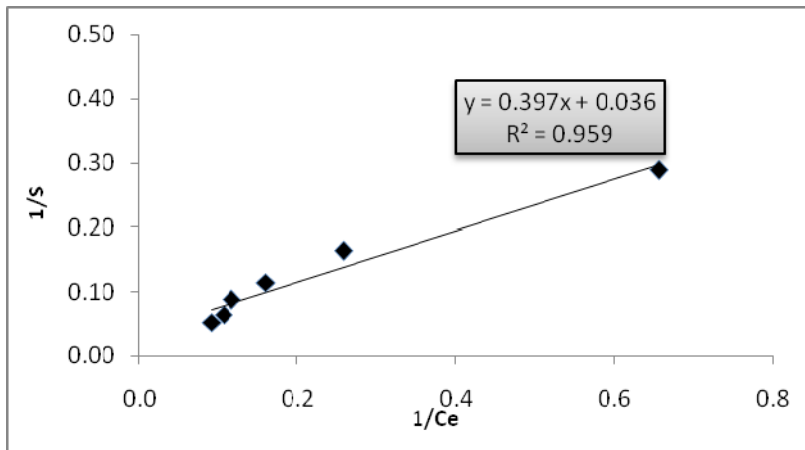
HASIL

Tabel 1 memperlihatkan hasil percobaan adsorpsi natrium pada tanah lempung lanauan. Hasil yang diperoleh dari laboratorium adalah konsentrasi natrium awal dan konsentrasi natrium ekuilibrium. Dari kedua nilai ini diperoleh konsentrasi natrium yang teradsorpsi oleh tanah.

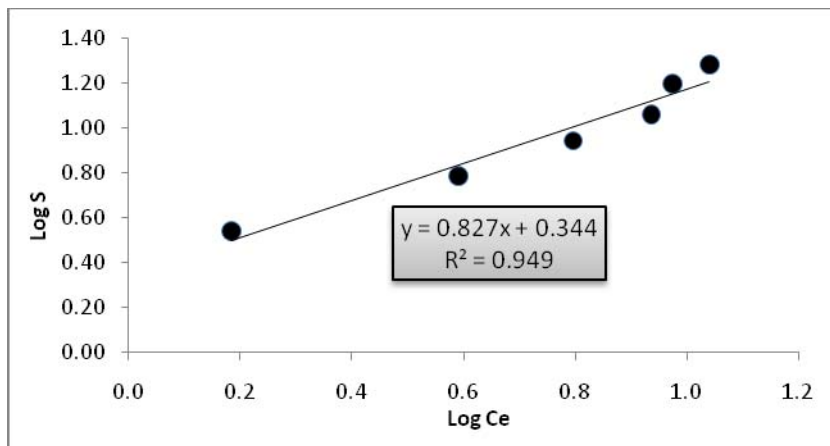
Tabel 1. Hasil Percobaan Laboratorium Adsorpsi Na pada Tanah Lempung Lanauan

Tabung	C_0 (ppm)	C_e (ppm)	S (ppm)
1	5,0	1,526	3,474
2	10,0	3,884	6,116
3	15,0	6,242	8,758
4	20,0	8,600	11,400
5	25,0	9,386	15,614
6	30,0	10,958	19,042

Untuk mengetahui model isoterm Langmuir, maka data dari Tabel 1 diplot ke grafik dengan sumbu x adalah $1/C_e$ dan sumbu y adalah $1/S$ (Gambar 2).



Gambar 2. Isoterm Langmuir Adsorpsi Na pada Tanah Lempung Lanauan



Gambar 3. Isoterm Freundlich Adsorpsi Na pada Tanah Lempung Lanauan

Model isoterm Freundlich dapat diketahui dengan memplot data pada Tabel 1 ke grafik dengan sumbu x adalah $\text{Log } C_e$ dan sumbu y adalah $\text{Log } S$ (Gambar 3).

ANALISIS/DISKUSI

Grafik isoterm Langmuir (Gambar 2) memberikan persamaan regresi linier $y = 0,397x + 0,036$ dengan $r^2 = 0,959$. Sesuai dengan persamaan 2, maka dari persamaan regresi linier Gambar 2 diperoleh nilai $1/q_m$ adalah 0,036 atau nilai q_m adalah 2,78 mg/100 g sorbent. Nilai ini menunjukkan kapasitas adsorpsi tanah lempung lanauan yang cukup tinggi meskipun semua *sorption site* telah penuh (Jiun-Horng, 2008).

Kemampuan adsorpsi tanah lempung lanauan terhadap natrium juga digambarkan dengan isoterm Freundlich (Gambar 3). Grafik isoterm Freundlich pada Gambar 3 memberikan persamaan regresi linier $y = 0,827 x + 0,344$ dengan $r^2 = 0,949$. Berdasarkan persamaan 5, dari persamaan regresi linier ini diperoleh tetapan daya sorpsi (n) sebesar 0,827. Menurut Notodarmojo (2005), semakin besar nilai n maka daya adsorpsi tanah juga semakin tinggi. Nilai n umumnya mempunyai harga lebih kecil dari 1. Oleh sebab itu, nilai n sebesar 0,827 menunjukkan daya adsorpsi tanah lempung lanauan terhadap natrium cukup besar.

Isoterm Langmuir memberikan koefisien determinasi yang lebih besar daripada isoterm Freundlich. Apabila kedua isoterm ini hanya dilihat sebagai alat untuk mendeskripsikan hasil pengamatan, maka isoterm Langmuir yang lebih baik digunakan dibandingkan isoterm Freundlich karena koefisien determinasinya yang lebih mendekati 1. Tetapi perbandingan koefisien determinasi kurang tepat karena variabel Langmuir dalam bentuk logaritmik.

Tabel 2. Rekapitulasi Persamaan Isoterm Adsorpsi Natrium pada Tanah Lempung Berdebu

Parameter	Persamaan Isoterm	
	Langmuir	Freundlich
Natrium	$S = \frac{2,519 C_e}{1 + 0,91 C_e}$	$S = 2,208 C_e^{0,827}$

Sumber: Analisis Laboratorium dan Perhitungan

Persamaan isoterm Langmuir dan Freundlich untuk natrium pada tanah lempung lanauan dituliskan pada Tabel 2. Persamaan tersebut dapat digunakan untuk memprediksi pergerakan natrium pada tanah lempung lanauan. Secara umum terlihat bahwa tanah lempung lanauan memiliki daya adsorpsi yang besar terhadap natrium. Hal ini dapat menghambat penyebaran natrium dalam tanah, karena semakin tinggi daya adsorpsi tanah terhadap suatu zat maka semakin rendah mobilisasi zat tersebut dalam tanah (Lin, 2004).

KESIMPULAN

Tanah lempung lanauan memiliki kemampuan adsorpsi natrium dikategorikan cukup kuat berdasarkan nilai kapasitas adsorpsi maksimumnya. Hal ini terlihat dari persamaan isotherm Langmuir yang menunjukkan nilai kapasitas adsorpsi maksimum atau jenuh di mana semua *sorption site* telah “penuh” adalah 2,78 mg/100 g tanah. Selain itu, berdasarkan persamaan isoterm Freundlich, nilai konstanta yang menunjukkan kemampuan adsorpsi tanah lempung lanauan adalah 0.827.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Bapak Dady Sukmayadi yang telah membantu dalam analisis di Laboratorium Air dan Tanah Puslit Geoteknologi LIPI.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., S. Sutono, H. Kusnadi, dan Y. Hadian. 2000. *Pengkajian Baku Mutu Tanah: Sumber Dan Proses Terjadinya Pencemaran Logam Berat*. Laporan Akhir No. 61-b/Puslittanak/2000. Bagian Proyek: Penelitian Sumberdaya Lahan dan Agroklimat. Bogor. (Tidak dipublikasikan).
- Sparks, D. L., __ . *Soil Chemistry*. <http://lawr.ucdavis.edu/classes/ssc102/Section7.pdf> (diakses 21 Januari 2010).
- Brown, P. L., A. D. Halvorson, F. H. Siddoway, H. F. Mayland, and M. R. Miller. 1982. *Saline Seep Diagnosis, Control, and Reclamation*. U.S. Department of Agriculture Conservation Research Report No. 30.
- Jiun-Horng, Tsai., dkk., 2008. *Adsorption Characteristics Of Acetone, Chloroform And Acetonitrile On Sludge-Derived Adsorbent, Commercial Granular Activated Carbon And Activated Carbon Fiber*. *Journal of Hazardous Materials* 154, h 1183-1191.
- Lin, S. D., 2001. *Water and Wastewater Calculations Manual*. McGraw-Hill. New York, US.
- Notodarmojo, S., 1992. *Modelling Phosphorus Transport in Soil and Groundwater with Two Consecutive Reactions*, Disertasi, School of Biological & Environmental Sciences, Murdoch University, Western Australia.
- Notodarmojo, S., 2005. *Pencemaran Tanah dan Air Tanah*. Penerbit ITB. Bandung, Indonesia.
- Suganda, H., Setyorini, D., Kusnadi, Saripin, I. Dan Kurnia, U. 2002. *Evaluasi Pencemaran Limbah Industri Tekstil Untuk Kelestarian Lahan Sawah*. Proseding Seminar Nasional Multifungsi dan Konversi Lahan Pertanian. Pusat Penelitian Tanah Bogor.

