

SAINTEK

Volume  
20

Nomor  
1

Halaman  
1 - 88

YOGYAKARTA

ISSN: 1412-3991

LPPM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

# Saintek

JURNAL PENELITIAN

DAFTAR ISI

1	Daftar Isi
1 - 9	Evaluasi Kesesuaian Perairan Pantai Teupin Layau Iboih Sebagai Ekowisata Bahari <i>Dian Aswita, M. Ali Sarong, dan Sugianto</i>
10 - 18	Pengaruh pH pada Adsorpsi Kation Unsur Hara $Ca^{2+}$ dan $K^+$ oleh Siliika dari Lumpur Lapindo <i>Jaslin Ikhshan, Siti Sulastri, dan Erfan Priyambodo</i>
19 - 28	Aktivitas dan Selektivitas Katalis Mo-Co/USY pada Reaksi Hidrodeoksigenasi Anisol <i>Khoirina Dwi Nugrahaningtyas, Yuniawan Hidayat, dan Prima Susan Prayekti</i>
29 - 44	Karakterisasi Bahan Bakar pada Motor Diesel <i>Wardan Suryanto, Budi Tri Siswanto, dan Muhsakamad Wakid</i>
45 - 52	Uji Antibakteri Susu Fermentasi Komersial pada Bakteri Patogen <i>Nur Khikmah</i>
53 - 60	Penentuan Kadar Fenol dalam Air Menggunakan Sensor Fenol <i>Aulia Ayuning Tyas, Zuhrotul Aini, Wulan Sekilas Wari, Rizal Nur Huda, dan Ani Mulyasuryani</i>
61 - 66	Sintesis Gliserol Stearat dari Asam Stearat dengan Gliserol Hasil Sampling Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah <i>Ika Rosdiani dan Sri Atun</i>
67 - 73	Analisis Tiosianat dalam Urin Sebagai Metode Monitoring Potensi GAKI (Gangguan Akibat Kekurangan Iodium) Berbasis Test Kit <i>Yulia Dwi Cahyani, Mike Nur Izzati, M. Dzulfahmi Ramadhan, Jamilah, Nur Rahmah Fadilah Shaumi, dan Hermin Sulistyarti</i>
74 - 88	Kajian Bahaya Erupsi dan Longsor pada Lembah Antargunungapi Merapi-Merbabu Jawa Tengah <i>Nurhadi, Arif Ashari, dan Suparmini</i>

**Perbit:**

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta

**Pemimpin Umum/Penanggung Jawab:**

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta

**Redaksi:**

Penanggung Jawab : Prof. Dr. Anik Ghuftron  
Ketua : Prof. Dr. Sri Atun  
Sekretaris : Retno Arianingrum, M.Si  
Anggota Redaksi : 1. Wardan Suryanto, Ed.D

2. Dr. Dr. BM. Wara Kushartanti  
3. Dr. Heru Kuswanto

4. Retna Hidayah, Ph.D  
5. Agus Budiman, M.Pd., M.T

6. Dr. Sri Handayani  
7. M. Khairudin, Ph.D.

8. Dr. Ratna Wardani  
9. Dr. Mutiara Nugraheni

10. Poni Pujiati, S.Si.  
11. Novie Rahmawati, S.E.

**Sekretariat**

Setting dan Tata Letak : Rini Astuti, S.IP.

**Alamat Redaksi/Tata Usaha:**

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Yogyakarta

~~Jl. Sekeloa Kidul, Yogyakarta 55281~~

Telepon (0274) 586168 pesawat 242, 262, Fax. (0274) 518617  
Website: <http://www.uny.ac.id/penelitian-dan-pengabdian/lemitt>  
Email: [ippm.uny@gmail.com](mailto:ippm.uny@gmail.com) [ippm@uny.ac.id](mailto:ippm@uny.ac.id)

Jurnal Penelitian Sainstek merupakan lanjutan dari Jurnal Penelitian Iptek dan Humaniora  
Frekuensi terbit: setiap bulan April dan Oktober

Semua tulisan yang ada dalam Jurnal Penelitian Sainstek bukan merupakan cerminan sikap dar/atau pendapat Dewan Redaksi. Tanggung jawab terhadap isi dan/atau akibab dari tulisan tetap terletak pada penulis.

Keywords: adsorption;  $Ca^{2+}$ ;  $K^+$ ; pH; silica

The aim of this research was to determine the effect of pH on the adsorption of micronutrients of  $Ca^{2+}$  and  $K^+$  by silica from lapindo mud. Data were collected by the adsorption experiments, on which 3 grams of silica separated from Lapindo mud were dissolved in 300 mL of 0.0001 or 0.001 M  $Ca^{2+}$  or  $K^+$ , and stirred for 2 hours. The pH of suspension was varied and left for equilibrium for 2 hours, and a sample was taken and measured for free Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). The pH ranges were from 3 to 10. Temperature of 30 °C and contact time of 2 hours were maintained. The research showed that both cations were adsorbed in sigmoid curve, increased with increasing pH values. In entire ranges of observed pH, the percentage of cations adsorbed by silica was not different significantly. The adsorbent of silica formed silanol (SiOH) in water. The -OH groups of silica were protonated forming  $SiOH_2^+$  at lower pH and deprotonated forming  $SiO^-$  at higher pH. Whether  $Ca^{2+}$  or  $K^+$  cations were bound to silica surfaces via cation exchange reactions, on which  $Ca^{2+}$  or  $K^+$  exchanged  $H^+$  of SiOH using one charge of the cations, forming  $[SiO(CaO)]$  for  $Ca^{2+}$ , and  $[SiO-K]$  for  $K^+$ .

#### Abstract

Kata kunci: adsorpsi;  $Ca^{2+}$ ;  $K^+$ ; pH; silika

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pH pada adsorpsi kation unsur hara  $Ca^{2+}$  dan  $K^+$  silika lumpur lapindo hasil pemisahan dalam 300 mL larutan yang berisi  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$  0,0001 M atau 0,001 M, dan diaduk selama waktu kesetimbangan, yaitu 2 jam. pH suspensi divariasikan dan dibicarakan 2 jam, sampel diambil dan diukur konsentrasi kation bebas dalam larutan dengan Atomic Absorption Spectrophotometry untuk  $Ca^{2+}$  dan Flame Atomic Emission Spectroscopy untuk  $K^+$ . Variasi pH dilakukan dari 3 hingga 10 dengan suhu dan waktu kontak dipertahankan 30 °C dan 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan kedua kation tersebut terkait dengan pola sigmoid, membesar seiring dengan meningkatnya harga pH. Pada semua harga pH yang teramati,  $Ca^{2+}$  dan  $K^+$  terkait dalam jumlah yang tidak berbeda secara signifikan. Sorben silika dalam air membentuk silanol ( $SiOH$ ) yang terprotonasi pada pH rendah, membentuk  $SiOH_2^+$  dan terdeprotonasi pada pH tinggi menjadi  $SiO^-$ . Baik  $Ca^{2+}$  maupun  $K^+$  diikat melalui reaksi pertukaran kation dimana  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$  menggantikan proton  $H^+$  dari gugus -OH silanol membentuk  $[SiO(CaOH)]$  untuk  $Ca^{2+}$ , dan  $[SiO-K]$  untuk  $K^+$ .

#### Abstrak

e-mail: jikhshan@uny.ac.id, jashimikhshan@gmail.com

Jl. Colombo No. 1 Yogyakarta

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta,

Jaslin Ikhshan, Siti Sulastri, Ertan Priyambodo

(THE EFFECT OF pH ON THE ADSORPTION OF MICRONUTRIENT CATIONS OF  $Ca^{2+}$  AND  $K^+$  BY SILICA FROM LAPINDO MUD)

PENGARUH pH PADA ADSORPSI KATION UNSUR HARA  $Ca^{2+}$  DAN  $K^+$  OLEH SILIKA DARI LUMPUR LAPINDO

Adsorpsi merupakan suatu proses sederhana yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi limbah lingkungan terutama dalam fase larutan, yaitu limbah kimawi baik berupa kation maupun anion. Proses adsorpsi dalam hal ini melibatkan adsorben dalam fase padat dan limbah dalam fase cair. Penelitian tentang adsorpsi dalam interface padat-cair untuk keperluan pengurangan kation logam telah banyak dilakukan, misalnya oleh Angove *et al.* (1998); Bradbury dan Baeyens (1999); Dube *et al.* (2001); Lackovic *et al.* (2003, 2004); Ikhsan *et al.* (2005).

Meskipun penelitian tentang adsorpsi kation telah banyak dilakukan, kesepakatan tentang proses adsorpsi dan mekanisme reaksi belum pernah ada. Pendekatan dan modeling untuk mendeskripsikan proses adsorpsi tersebut juga telah ramai dilakukan, misalnya oleh Hayes *et al.* (1991); Gunneriusson *et al.* (1994); Majone *et al.* (1996); Du *et al.* (1997); Ikhsan *et al.* (1999, 2005), namun karena luasnya faktor yang berpengaruh pada adsorpsi kation, maka penelitian adsorpsi dengan variabel-variabel tertentu menjadi menarik sebagai penambahan pengetahuan tentang adsorpsi dan pemanfaatannya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pH pada adsorpsi kation unsur hara  $Ca^{2+}$  dan  $K^+$  oleh silika. Penelitian ini sebagai bagian hasil dari penelitian permulaan untuk mempelajari

pengikatan kation dan anion unsur hara oleh silika hasil pemisahan dari lumpur Lapindo, dan oleh silika termodifikasi sebagai penukar kation dan penukar anion. Modifikasi terhadap silika dilakukan agar diperoleh silika yang mampu mengikat kation dan anion unsur hara dengan kuat, sehingga laju desorpsi unsur-unsur tersebut menjadi lambat. Prinsip ini dapat diterapkan dalam pembuatan pupuk lepas lambat. Faktor yang berpengaruh terhadap adsorpsi kation di antaranya adalah sifat dan konsentrasi adsorben/adsorbat, pH, dan suhu. Adsorben silika di dalam air membentuk silanol (SiOH), yang memiliki gugus fungsional aktif-OH. Dari berbagai pendapat tentang mekanisme reaksi, protonasi dan deprotonasi gugus aktif-OH silanol di susulkan oleh beberapa peneliti sebagai suatu reaksi dasar yang terjadi pada permukaan logam oksida seperti silika. Pada pH rendah SiOH terprotonasi menjadi bermuatan positif, dan pada pH tinggi terdeprotonasi menjadi bermuatan negatif. Perbedaan muatan pada permukaan silika sebagai akibat dari perbedaan pH sistem sangat berpengaruh pada perilaku adsorpsi kation oleh silika. Disamping itu, pH dapat berpengaruh signifikan pada adsorpsi kation karena pH mempengaruhi sifat hidrolisis masing-masing kation. Oleh karena itu, penelitian ini menjelaskan pengaruh pH pada pengikatan kation  $Ca^{2+}$  dan  $K^+$  oleh silika, reaksi pembentukan kompleks permukaan

dengan menggunakan AAS untuk  $Ca^{2+}$  dan  $K^+$  pH suspensi sisa dinaikkan menjadi 4 dengan meneteskan 0,1 M larutan KOH, dan selalu diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 2 jam, kemudian sampel diambil lagi, dipusungkan, dan filtratnya dianalisis untuk konsentrasi  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$ . Pengambilan sampel dan pengukuran  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$  bebas dilanjutkan pada pH 5, 6, 7, 8, 9 dan 10. dalam jumlah maksimal ditentukan sebagai pH optimum.

Ekspirimen variasi pH untuk kation sama dengan eksperimen variasi pH, namun konsentrasi awal kation yang berbeda, bukan 0,0001 M, melainkan 0,001 M.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Studi Komparasi Pengaruh pH pada Adsorpsi  $Ca^{2+}$  dan  $K^+$**

Pengaruh pH pada adsorpsi  $Ca^{2+}$  dan  $K^+$  ditunjukkan oleh Gambar 1. Pada rentang pH eksperimen, yaitu dari 3 sampai dengan 10, adsorpsi kation semakin naik seiring dengan naiknya pH. pH dapat berpengaruh secara signifikan terhadap adsorpsi karena dapat mengubah sifat permukaan dan sifat kation. Sifat permukaan yang dalam hal ini adalah gugus aktif permukaan (SiOH) silika mengalami protonasi pada pH rendah membentuk  $SiOH_2^+$ , dan deprotonasi pada pH tinggi menjadi  $SiO^-$ , seperti permukaan

dilakukan dengan melakukan adsorpsi  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$  bebas dari lumpur Lapindo dengan berat 3 gram adalah 0,0001 M. Silika hasil pemisahan atau  $K^+$  dimana konsentrasi awal kation dilakukan dengan melakukan adsorpsi  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$  dan dilartukan dalam 0,0001 M  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$ , dan diaduk secara kontinu dengan menggunakan *magnetic stirrer* sehingga terjadi suspensi homogen. pH suspensi yang berisi adsorben silika dan adsorbat  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$  tersebut diturunkan dengan menambahkan larutan HCl ke dalamnya sehingga mencapai pH 3. Setelah pengadukan 2 jam (waktu tercapainya kesetimbangan), 6 mL sampel diambil dan dipusungkan (*centrifuge*). Filtrat hasil *centrifuge* dianalisis untuk menentukan konsentrasi  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$  bebas

Subjek penelitian ini adalah kation unsur hara  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ , dan silika hasil pemisahan dari lumpur Lapindo, sedangkan objek penelitiannya adalah pengaruh pH pada adsorpsi kation  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$  oleh silika. Data dikumpulkan melalui (1) eksperimen adsorpsi sebagai fungsi pH, dan (2) eksperimen adsorpsi sebagai fungsi pH dengan konsentrasi awal kation berbeda. Ekspirimen dilakukan pada suhu 30 °C dan waktu kontak 2 jam. Langkah eksperimen diadopsi dari eksperimen adsorpsi tepi yang dilakukan oleh Ikhsan *et al.* (2005).

Ekspirimen variasi pH pada adsorpsi dilakukan dengan melakukan adsorpsi  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$  dimana konsentrasi awal kation dilakukan dengan melakukan adsorpsi  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$  dan dilartukan dalam 0,0001 M  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$ , dan diaduk secara kontinu dengan menggunakan *magnetic stirrer* sehingga terjadi suspensi homogen. pH suspensi yang berisi adsorben silika dan adsorbat  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$  tersebut diturunkan dengan menambahkan larutan HCl ke dalamnya sehingga mencapai pH 3. Setelah pengadukan 2 jam (waktu tercapainya kesetimbangan), 6 mL sampel diambil dan dipusungkan (*centrifuge*). Filtrat hasil *centrifuge* dianalisis untuk menentukan konsentrasi  $Ca^{2+}$  atau  $K^+$  bebas

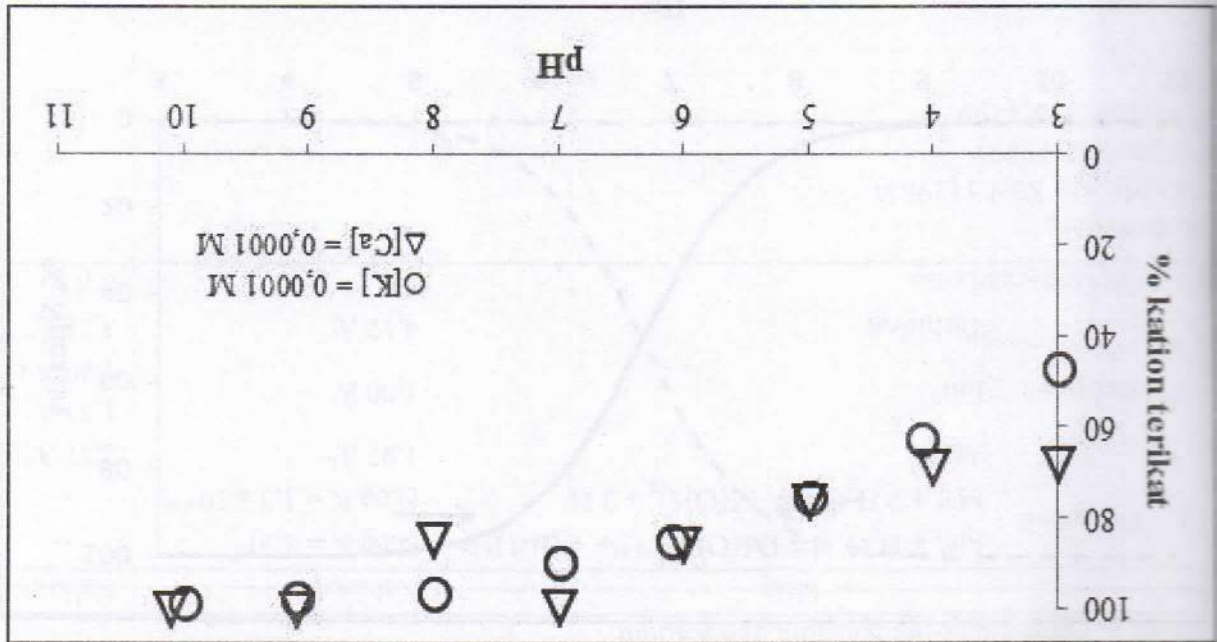
**METODE PENELITIAN**

kation pada adsorpsi kation.

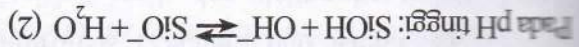
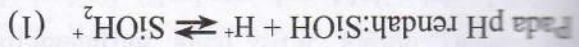
yang terjadi, dan pengaruh konsentrasi awal

Naiknya pH mengakibatkan berkurangnya muatan kation. Hal ini terjadi karena kecenderungan kation membentuk spesies logam-hidroksida dalam air pada pH tinggi. Kation  $Ca^{2+}$  membentuk spesies  $Ca(OH)^+$  (Baes dan Mesmer, 1984; Kotly dan Sucha, 1985). Distribusi spesies kalsium dalam hidrolisis sebagai fungsi pH diberikan oleh Gambar 2. Gambar 2. Gambar tersebut dibuat dengan aplikasi perangkat lunak komputer GRRIT (Ludwig, 1992), dengan melibatkan harga konstanta kesetimbangan ( $\beta^1$ )  $Ca(OH)^+$  yang besarnya adalah 1,30 (Kotly dan Sucha, 1985), dan  $K_{sp}$  pembentukan  $Ca(OH)_2$  adalah  $1,3 \times 10^{-6}$  (Zumdahl, 1989). Pada pH rendah ( $pH < 5,0$ ) kalsium cenderung berada dalam spesies  $Ca(OH)^+$ . Keberadaan spesies  $Ca^{2+}$  pada semua rentang pH eksperimen sangat kecil dan dapat diabaikan. Sementara itu, pada pH tinggi terjadi pembentukan endapan

Gambar 1. Adsorpsi  $Ca^{2+}$  dan  $K^+$  oleh Silika dari Lumpur Lapindo



logam oksida lainnya, mengikuti persamaan reaksi 1 dan 2 (Sposito, 1984, Ikhsan *et al.*



Tinggi-rendahnya pH yang menentukan

protonasi-deprotonasi gugus aktif silika tersebut ditentukan oleh point zero charge (PZC), suatu harga pH (point) yang netral atau muatan permukaannya adalah netral atau nol. PZC silika dilaporkan oleh Kosmulski

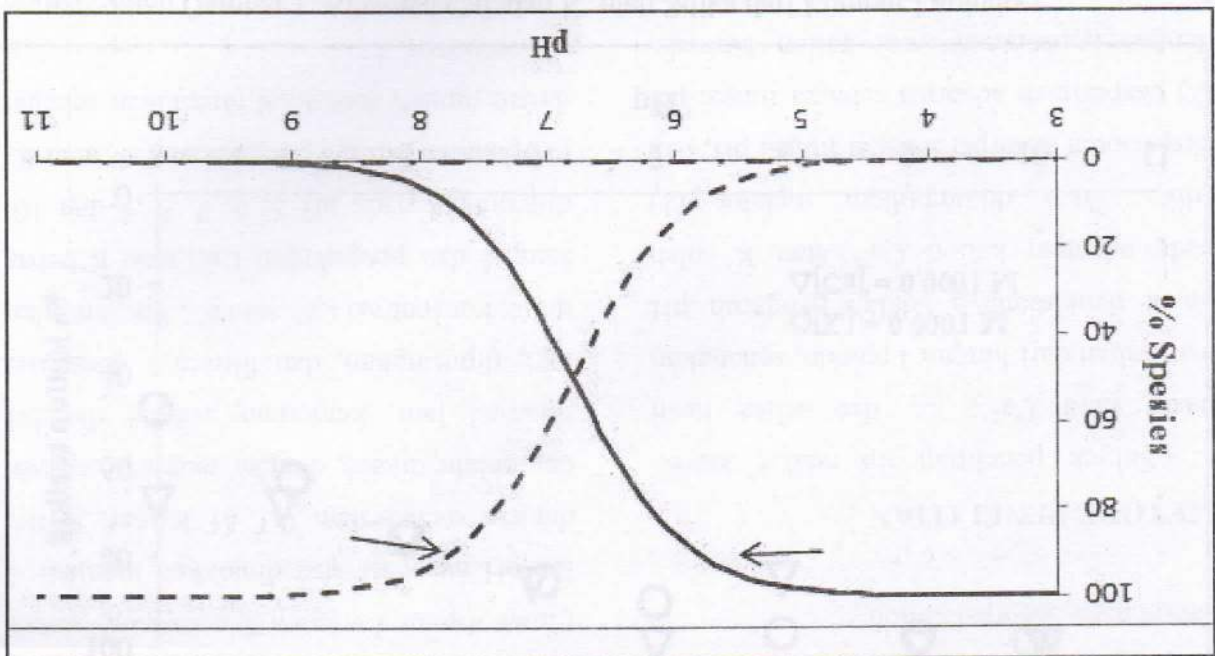
(2009) dan Ha (1998) berharga sangat kecil.

Pada pH lebih kecil dari PZC, permukaan silika cenderung bermuatan positif dan pada pH tinggi bermuatan negatif. Oleh karena

itu, pH tinggi dapat meningkatkan afinitas kation terhadap gugus aktif silika, yang akibatnya dapat meningkatkan adsorpsi kation (Schindler *et al.*, 1987).

Perbedaan adsorpsi kation sangat dipengaruhi oleh sifat kation, terutama hidrolisis (Zachara dan McKinley, 1993), Tabel 1 menyajikan data perbedaan sifat-sifat kation  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{K}^+$ . Tabel 1 menunjukkan bahwa  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{K}^+$  memiliki perbedaan ditinjau dari sifat hidrolisis, jati-jari, dan elektronegativitas. Namun, Gambar 1 menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan adsorpsi silika terhadap  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{K}^+$  pada pH 3-11. Berdasarkan data distribusi spesies (Gambar 2), baik  $\text{Ca}^{2+}$  maupun  $\text{K}^+$  berada melimpah pada pH 3-11 sebagai spesies  $\text{Ca}(\text{OH})^+$  dan  $\text{K}^+$  yang bermuatan sama, yaitu plus satu (+1). Data ini mengkonfirmasi bahwa kedua kation terikat oleh permukaan silika dengan

Gambar 2. Distribusi Spesies Kalsium-Hidroksi sebagai Fungsi pH



$\text{Ca}(\text{OH})_2$  dalam jumlah yang signifikan. Dalam eksperimen adsorpsi, pengurangan konsentrasi  $\text{Ca}^{2+}$  karena adsorpsi tidak dapat dibedakan dengan pengurangannya karena pengendapan (Farley *et al.*, 1985, Gunneriusson *et al.*, 1994). Berdasarkan kelimpahan spesies  $\text{Ca}(\text{OH})^+$  pada rentang pH 3-8, spesies ini merupakan satu-satunya spesies yang mungkin berikatan dengan gugus aktif di permukaan silika. Pada pH di atas 8, kalsium tidak ditemukan bebas dalam larutan karena membentuk endapan. Tidak seperti  $\text{Ca}^{2+}$ , kation  $\text{K}^+$  merupakan spesies kation bebas yang dominan ada dengan muatan +1 pada semua rentang pH eksperimen. Oleh karena itu, spesies ion  $\text{K}^+$  merupakan spesies yang berikatan dengan gugus aktif di permukaan silika.

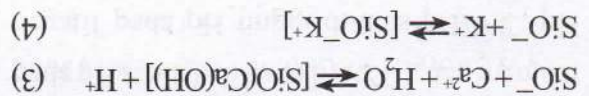


Tabel 1. Perbedaan Sifat Kalsium dan Kalium

Sifat	Kalsium	Kalium
1 Hidrolisis	$M^{n+} + H_2O \rightleftharpoons [M(OH)]^{(n-1)+} + (n-1)H^+$ (Log K = 1,3) <sup>a</sup>	--
	$M^{n+} + 2H_2O \rightleftharpoons M(OH)_2 + 2H^+$ (Log K = 1,3 x 10 <sup>-6</sup> ) <sup>b</sup>	--
Atom	1,97 Å <sup>b</sup>	2,31 Å <sup>b</sup>
2 Jari-jari Ion	1,00 Å <sup>c</sup>	1,33 Å <sup>b</sup>
	4,12 Å <sup>c</sup>	1,49 Å <sup>c</sup>
3 Elektronegativitas	1,0 <sup>b</sup>	0,8 <sup>b</sup>
Keterangan: <sup>a</sup> Kortly dan Sûcha (1985) <sup>b</sup> Zumdahl (1989) <sup>c</sup> Volkov <i>et al.</i> (1997)		

menggunakan muatannya, yaitu plus satu (+1), yang terikat oleh gugus fungsional dengan muatan minus satu (SiO<sup>-</sup>) dari gugus silanol melalui pertukaran kation. Ion H<sup>+</sup> dari silanol SiOH ditukar oleh Ca(OH)<sup>+</sup> atau K<sup>+</sup> dengan ikatan elektrostatis seperti yang diusulkan oleh Gunneriusson *et al.* (1994), dengan reaksi yang direpresentasikan oleh persamaan reaksi 3 dan 4.

Mekanisme reaksi ini didukung oleh stoikiometri proton yang diperoleh dari hasil eksperimen isotherm adsorpsi. Eksperimen adsorpsi Ca<sup>2+</sup> oleh silika pada variasi konsentrasi dan dilakukan pada pH tetap (pH 7) dan suhu tetap (30 °C) menunjukkan adanya pelepasan proton (reaksi 3), dan memerlukan penambahan basa. Sebaliknya pada eksperimen isotherm adsorpsi untuk



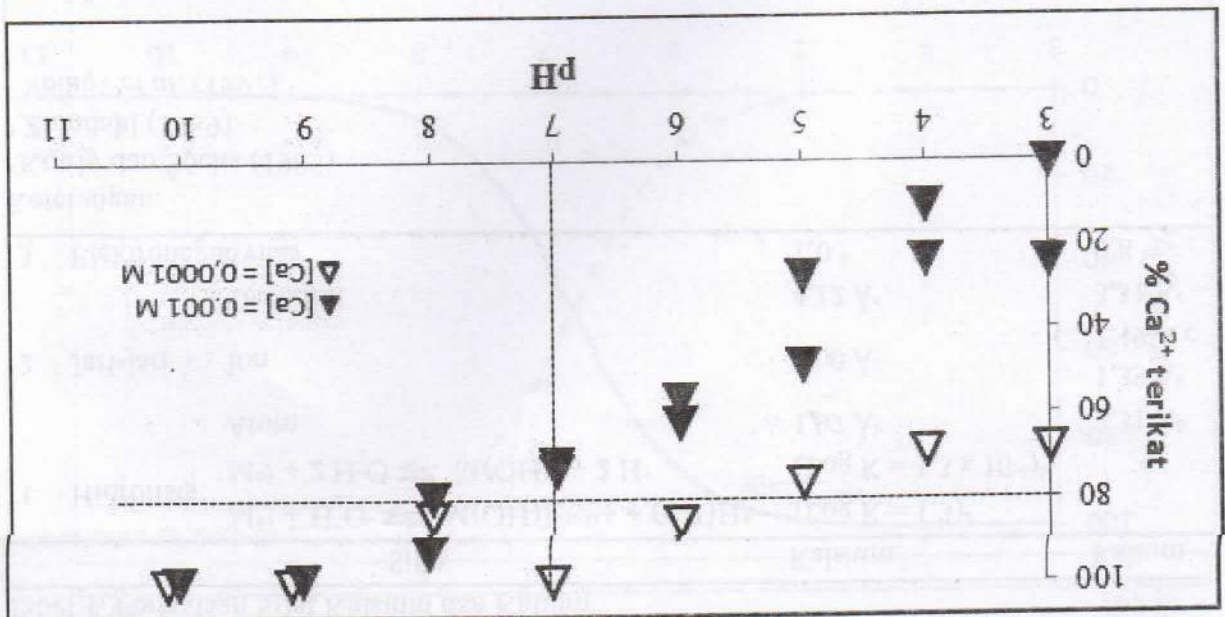
kation K<sup>+</sup>, penambahan basa tersebut tidak signifikan jumlahnya (reaksi 4).  
**Pengaruh pH dan Konsentrasi pada Adsorpsi Kation**  
 Konsentrasi awal Ca<sup>2+</sup> yang berbeda menyebabkan persentase Ca<sup>2+</sup> terikat berbeda signifikan. Gambar 3 menunjukkan pengaruh pH pada adsorpsi Ca<sup>2+</sup> dengan konsentrasi awal 0,0001 M dan 0,001M. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi awal kation, semakin kecil persentase kation terikat pada semua harga pH. Suatu contoh, pada pH 7, konsentrasi awal kation lebih kecil, terikat oleh gugus aktif silika dengan persentase lebih besar. Jika persentase kation Ca<sup>2+</sup> terikat sama, maka pH terjadinya ikatan tersebut lebih tinggi pada kation dengan konsentrasi awal lebih besar. Sebagai contoh, terikatnya kation Ca<sup>2+</sup> sebesar 80% terjadi pada pH 6-6,5 untuk

konsentrasi awal 0,0001 M, tetapi tercapai pada pH 8 untuk konsentrasi awal 0,001 M. Data ini juga mendukung mekanisme reaksi menurut persamaan 3 dan 4. Permukaan silika mengikat kation melalui gugus aktif  $\text{SiO}_2^-$ . Gugus aktif tersebut terjadi karena adanya deprotonasi silanol  $\text{SiOH}$ , yang tercapai pada pH yang lebih tinggi daripada PZC. Semakin tinggi pH dari PZC, semakin banyak pula muatan negatif tersedia dari gugus aktif di permukaan silika yang siap untuk mengikat kation. Sejalan dengan itu, Spark *et al.* (1995) menemukan bahwa naiknya konsentrasi sorben membuat luas permukaan aktif sorben semakin tinggi dan mengakibatkan adsorpsi kation bergeser ke pH yang lebih kecil. Dengan kata lain, konsentrasi awal kation  $\text{Ca}^{2+}$  yang lebih besar memerlukan gugus aktif pengikat yang lebih banyak, dan itu tercapai pada pH yang lebih tinggi.

Adsorpsi kation secara signifikan dipengaruhi oleh pH. Semakin tinggi pH, semakin tinggi pula persentase kation terikat oleh silika. pH dapat mengubah muatan gugus aktif permukaan silika, netral pada pHPZC (*Point Zero Charge*) menjadi positif pada pH rendah di bawah (PZC), dan menjadi negatif pada pH tinggi di atas pHPZC. pH juga mempengaruhi sifat kation terutama pada pembentukan kompleks logam hidroksido. Spesies  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]^+$  merupakan kompleks kalسيوم hidroksido dengan distribusi paling dominan sepanjang rentang pH eksperimen. Sedangkan  $\text{K}^+$  cenderung berada sebagai kation bebas. Kedua kation terikat oleh gugus aktif silika melalui pergantian kation  $\text{H}^+$  oleh spesies dengan muatan plus satu (+), yaitu  $\text{Ca}(\text{OH})^+$  atau  $\text{K}^+$ . Pada konsentrasi yang lebih tinggi, adsorpsi kation bergeser ke pH

**KESIMPULAN**

Gambar 3. Adsorpsi 0,0001 M dan 0,001 M  $\text{Ca}^{2+}$  oleh Silika



Illite Surfaces. *Journal of Colloid and Interface Science*, Vol. 187, 232-242.

Farley, K.J., Dzombak, D.A. and Morel, F.M.M. 1985. A Surface Precipitation Model for the Sorption of Cations on Metal Oxides. *Journal of Colloid and Interface Science*, Vol. 106, 226-242.

Gunnarsson, L., LÖvgren, L., and Sjöberg, S. 1994. Complexation of Pb(II) at Goethite ( $\alpha$ -FeOOH)/Water Interface: The influence of Chloride. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 58, 4973-4983.

Hayes, K.F., Redden, G., Ela, W. and Leckie, J.O. 1991. Surface Complexation Models: an Evaluation of Model Parameter Estimation Using FITQL and Oxide Mineral Titration Data. *Journal of Colloid and Interface Science*, Vol. 142, 448-469.

Ha, J.W. 1998. The Morphology of Silica Supported  $\text{MoO}_3$  Catalysts. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Vol. 4, No. 4, 290-297.

Ikhسان, J., Johnson, B.B. and Wells, J.D. 1999. A Comparative Study of the Adsorption of Transition Metals on Kaolinite. *Journal Colloid and Interface Science*, Vol. 217, 403-410.

Ikhسان, J., Wells, J.D., Johnson, B.B., Angove, B.B. 2005. Sorption of 3-amino-1,2,4-triazole and Zn(II) onto Montmorillonite. *Clays and Clay Minerals*, Vol. 53, No. 2, 137-146.

Ikhسان, J., Widjajanti L.F.X., E., Sunarto. 2012. Thermodynamic Parameters on the Sorption of Phosphate Ions by Montmorillonite. *Proceedings of International Conference*

Angove, M.J., Johnson, B.B., and Wells, J.D. 1998. The Influence of Temperature on the Adsorption of Cadmium(II) and Cobalt(II) on Kaolinite. *Journal of Colloid and Interface Science*, Vol. 204, 92-103.

Baes, C.F. and Mesmer, R.E. 1976. *The Hydrolysis of Cations*. New York: John Wiley & Sons.

Bradbury, M.H. and Baeyens, B. 1999. Modelling the Sorption of Zn and Ni on Ca-Montmorillonite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 63, 325-336.

Dube, A., Zbytniewski, R., Kowalkowski, T., Cukrowska, B., and Buszewski, B. 2001. Adsorption and Migration of Heavy Metals in Soil. *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 10, No. 1, 1-10.

Du, Q., Sun, Z., Forsling, W., and Tang, H. 1997. Adsorption of Copper at Aqueous

DAFTAR PUSTAKA

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh DP2M Ditjen DIKTI melalui BOPFN UNY, dengan nomor kontrak: 04/FUNDAMENTAL-BOPFN/UN.34.21/2014. Penulis bersyukur atas kesempatan ini dan menyampaikan terima kasih kepada DP2M DIKTI dan UNY.

yang lebih besar karena konsentrasi kation yang lebih besar membutuhkan gugus aktif permukaan ( $\text{SiO}_2$ ) dalam konsentrasi lebih besar, dan untuk itu pH sistem harus lebih tinggi.

- of the Indonesian Chemical Society 2012, Malang: Unibra.
- Terms. *Journal of Colloid and Interface Science*, Vol. 179, 412-425.
- Schindler, P.W., Lietchi, P., and Westall, J.C. 1987. Adsorption of Copper, Cadmium and Lead from Aqueous Solution to the Kaolinite/Water Interface. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, Vol. 35, 219-230.
- Spark, K.M., Wells, J.D. and Johnson, B.B. 1995. Characterizing Trace Metal Adsorption on Kaolinite. *European Journal of Soil Science*, Vol. 46, 633-640.
- Sposito, G. 1984. *The Surface Chemistry of Soils*. Oxford: Oxford University Press.
- Volkov, A.G., Paula, S., Deamer, D.W. 1997. Two Mechanisms of Permeation of Small Neutral Molecules and Hydrated Ions Across Phospholipid Bilayers, *Bioelectrochemistry Bioenergetics* Vol. 42, 153-160, accessed from [http://www.electrobiology.org/ionic\\_radII.pdf](http://www.electrobiology.org/ionic_radII.pdf) on March 26, 2015.
- Zachara, J.M. and McKinley, J.P. 1993. Influence of Hydrolysis on the Sorption of Metal Cations by Smectites: Important of Edge Coordination Reactions. *Aquatic Science*, Vol. 55, 250-260.
- Zumdahl, S.S. 1989. *Chemistry*. 2<sup>nd</sup> edition, Lexington: D.C. Heath and Company.
- Kosmowski, M. 2009. pH-dependent Surface Charging and Points of Zero Charge. IV. Update and New Approach. *Journal of Colloid and Interface Science*, Vol. 337, 439-448.
- Kortly, S. and Sűcha, L. 1985. *Handbook of Chemical Equilibria in Analytical Chemistry*. New York: John Wiley & Sons.
- Lackovic, K., Angove, M.J., Wells, J.D., and Johnson, B.B. 2003. Modelling the Adsorption of Cd(II) onto Muoornallite and Related Clay Minerals. *Journal Colloid and Interface Science*, Vol. 257, No. 1, 31-40.
- Lackovic, K., Angove, M.J., Wells, J.D., and Johnson, B.B. 2004. Modeling the adsorption of Cd(II) onto Goethite in the Presence of Citric Acid. *Journal of Colloid and Interface Science*, Vol. 269, No. 1, 37-45.
- Ludwig, C. 1992. *GRFT - A Computer Program for Solving Speciation Problems: Evaluation of Equilibrium Constants, Concentrations and Other Physical Parameters*. Switzerland: University of Berne.
- Majone, M., Papini, M.P., and Rolle, E. 1996. Modeling Lead Adsorption on Clays by Models with and without Electrostatic