

PENGARUH KANDUNGAN LIGAN PADA PASIR KUARSA TERHADAP
INTERAKSI KATION Zn (II)

Fahma Riyanti, Aldes Lesbani & Ratna, L.P *
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya

ABSTRACT

It had been determined physicochemical by interaction to Zink's(II) kation with peat, that is determination interaction rate constanta, the influence of kation, concentration, and the influence of HCl and NaOH in demineralization water and 0,5%(b/v) MgCl₂. It the result interaction rate concentration higher in demineralization water media is $1,2864 \cdot 10^2$ minutes⁻¹ than 5%(b/v) MgCl₂ media is $4,7855 \cdot 10^3$ minutes⁻¹. The influence of kation's concentration show that Zink's(II) kation had increased more in demineralization water, the influence HCl and NaOH show that pH>6,907 can decrease Zink's(II) kation bonding because of the hidroksida compound formation.

Key word : physicochemical, interaction rate constanta, demineralization water hidroksida

ABSTRAK

Telah dilakukan penentuan sifat fisikokimia interaksi kation Zn(II) pada pasir kuarsa melalui penentuan konstanta laju interaksi, pengaruh konsentrasi awal dan pengaruh HCl-NaOH.pada pasir kuarsa dalam media air bebas mineral dan media 0,5%(b/v) MgCl₂. Hasil penelitian pada laju interaksi kation Zn(II) dalam media air bebas mineral lebih cepat dengan konstanta laju $1,2864 \cdot 10^2$ menit⁻¹ daripada dalam media 0,5%(b/v) MgCl₂ $4,7855 \cdot 10^3$ menit⁻¹. Pengaruh konsentrasi kation menunjukkan bahwa kation Zn(II) lebih banyak terikat dalam media air bebas mineral. Pengaruh HCl-NaOHmenunjukkan bahwa pada pH>6,907 proses interaksi akan menurun akibat terjadinya pengendapan kation membentuk senyawa hidroksida.

Kata Kunci : fisikokimia, konstanta laju interaksi, air bebas mineral, hidroksida

PENDAHULUAN

Perkembangan bidang industri di Indonesia akhir akhir ini semakin pesat. Hal ini menimbulkan dampak negatif berupa limbah yang akan mempengaruhi kehidupan manusia secara langsung. Limbah yang dihasilkan biasanya merupakan kontaminasi anorganik yang mengandung logam-logam berat seperti Cd, Zn, Co, Fe, Cu dan Hg yang terlarut di dalam air. Logam berat sangat sukar untuk didegradasi menjadi spesi yang tidak berbahaya, sehingga di lingkungan alam terakumulasi menjadi konsentrasi toksik dan selanjutnya dapat mengakibatkan kerusakan ekologi. Secara langsung maupun tidak langsung, logam-logam berat tersebut dapat mengganggu kesehatan manusia. Logam Zn misalnya, dengan kadar lebih dari 15 ppm dapat menimbulkan gangguan pencernaan, lesu dan pusing-pusing (Sugiharto, 1987).

Mahalnya biaya yang harus dikeluarkan untuk menangani kandungan logam-logam berat tersebut, biasanya pihak industri tidak intensif dalam mengolah limbah. Umumnya tipe pengolahan yang digunakan hanya menggunakan bahan kimia sintesis yang biayanya cukup mahal.

Sehingga perlu dicari alternatif cara lain dalam pengolahan logam berat, yang lebih efisien, efektif dan murah.

Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan reaksi pembentukan kompleks yang melibatkan interaksi antara kation logam sebagai atom pusat dengan ligan. Pada pengikatan logam-logam berat yang kebanyakan berasal dari logam transisi ini diperlukan material tertentu yang mengandung ligan untuk dapat berikatan dengan kation logam. Cara ini merupakan metode yang cukup aman karena tidak memberikan efek samping yang membahayakan kesehatan, murah dan mudah dilakukan.

Menurut hasil penelitian proyek pengembangan tambang dan energi Sumatera Selatan tahun 1984, Sumatera Selatan mempunyai sumber daya alam pasir kuarsa yang potensinya sangat baik sekali, dan belum dimanfaatkan secara optimal (Dharmawijaya, 1997).

Berdasarkan analisis kimia pasir kuarsa yang telah dilakukan menggunakan XRD, diketahui bahwa komponen utama pasir kuarsa adalah SiO_2 . Kadar silika dari pasir kuarsa yang ada di Indonesia sangat

bervariasi berkisar antara 60-98% SiO_2 . Selain itu, diketahui juga keberadaan beberapa gugus seperti siloksan dan silanol.. Gugus-gugus tersebut akan meningkatkan kemampuan pasir kuarsa membentuk senyawa kompleks dengan kation logam terutama logam transisi.

Ligan dari pasir kuarsa dapat berikatan dengan logam alkali dan alkali tanah yang keberadaannya cukup esensial dipermukaan bumi, antara lain logam magnesium. Logam magnesium yang terikat pada pasir kuarsa dalam bentuk mineral alam diprediksikan dapat mengurangi kemampuan masing-masing ligan untuk berinteraksi dengan logam lainnya termasuk logam berat. Hal tersebut berdasarkan pengaruh elektronegativitas dan konsep asam basa keras lunak.

METODOLOGI PENELITIAN

Penentuan Konstanta Laju Interaksi

Pasir kuarsa diinteraksikan dengan larutan kation Zn(II) pada konsentrasi 100mg/L dengan perbandingan 10:1 dalam media air bebas mineral. Interaksi dilakukan menggunakan sistem *bath shaker* selama 5 s/d 180 menit. Filtrat hasil saringan hasil interaksi dianalisis dengan alat

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Prosedur yang sama dilakukan dalam media 0,5 (b/v) MgCl_2 .

Penentuan Pengaruh Konsentrasi Kation Zn

Kation Zn(II) sebanyak 10 mL dengan konsentrasi 5 s/d 500 mg/mL dibuat dengan mengencerkan larutan induk, masing-masing diinteraksikan dengan 100 mg material pasir kuarsa dalam media air bebas mineral selama 15 menit. Selanjutnya larutan disaring, kandungan kation Zn(II) yang tersisa dalam larutan dianalisis dengan (SSA). Prosedur yang sama dilakukan dalam media 0,5 (b/v) MgCl_2 .

Pengaruh HCl dan NaOH

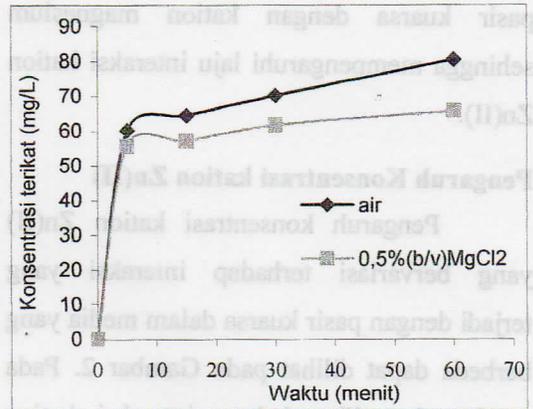
Sebanyak 10 mL larutan kation Zn(II) 100 mg/mL dalam media air bebas mineral ditambahkan ke media asam atau basa volume 10 mL dengan variasi konsentrasi HCl 0,1 M, 0,5 M, 1 M dan NaOH 0,1 M, 0,5 M, 1 M. Masing-masing pH larutan diukur sebelum proses interaksi. Larutan filtrat hasil interaksi diukur dengan menggunakan SAA. Prosedur yang sama dilakukan dalam media 0,5 (b/v) MgCl_2 .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konstanta Laju Interaksi

Pengaruh waktu interaksi kation Zn(II) pada material pasir kuarsa dalam media air bebas mineral dan dalam media 0,5 (b/v) MgCl₂ disajikan pada Gambar 1, terlihat bahwa secara umum interaksi kation Zn(II) pada material pasir kuarsa mempunyai pola yang sama. Mula-mula reaksi berlangsung secara cepat. Setelah proses interaksi berlangsung lebih dari 10 menit, laju interaksi akan menjadi relatif konstan. Diperkirakan kesetimbangan tercapai setelah interaksi berlangsung 60 menit. Perpanjangan waktu interaksi praktis tidak disertai dengan kenaikan jumlah kation Zn(II) yang terikat secara signifikan

Konsentrasi logam Zn (II) yang terikat pada media 0,5 (b/v) MgCl₂ lebih kecil jika dibandingkan dalam konsentrasi media air bebas mineral. Setelah digunakan model kinetika reaksi orde satu, dihasilkan konstanta laju interaksi kation Zn (II) pada media air bebas mineral dan dalam media 0,5 (b/v) MgCl₂, masing-masing $1,2864 \cdot 10^{-2} \text{ menit}^{-1}$ dan $4,7855 \cdot 10^{-3} \text{ menit}^{-1}$.



Gambar 1. Pengaruh waktu interaksi kation Zn(II) pada material pasir kuarsa dalam media air bebas mineral dan 0,5 (b/v) MgCl₂

Penurunan konstanta laju interaksi pada media 0,5 (b/v) MgCl₂ terjadi karena ligan pada pasir kuarsa juga berinteraksi dengan magnesium sehingga interaksi kation Zn (II) menurun. Berdasarkan konsep asam-basa keras-lunak, ligan-ligan pada pasir kuarsa tergolong sebagai basa keras, akan cenderung menyukai ikatan dengan kation Mg(II) yang merupakan golongan asam keras. Kation Zn(II) bersifat asam madya. Selain itu, sesuai dengan data ukuran kation Mg (II) yaitu sebesar 0,66 Å yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran kation Zn(II) yaitu sebesar 0,72Å. Hal ini memungkinkan terjadinya interaksi antara ligan-ligan pada

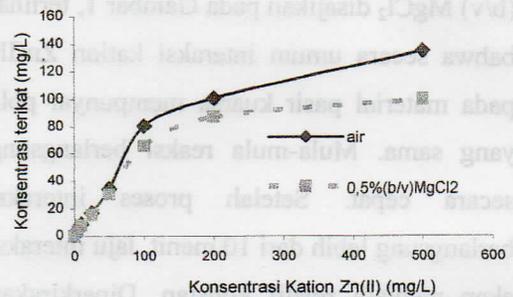
pasir kuarsa dengan kation magnesium sehingga mempengaruhi laju interaksi kation Zn(II).

Pengaruh Konsentrasi kation Zn(II)

Pengaruh konsentrasi kation Zn(II) yang bervariasi terhadap interaksi yang terjadi dengan pasir kuarsa dalam media yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 2. Pada gambar 2 terlihat bahwa interaksi kation Zn(II) perlahan lahan naik dengan meningkatnya konsentrasi kation Zn(II). Laju interaksi yang sangat cepat terjadi pada konsentrasi kation Zn(II) di bawah 100 mg/L.

Setelah konsentrasi 200 mg/L, kenaikan konsentrasi tidak diikuti peningkatan interaksi kation Zn(II) secara signifikan. Dalam media air bebas mineral terlihat bahwa pada konsentrasi 500 mg/L ligan dari pasir kuarsa cenderung belum jenuh oleh kation Zn(II), dimana jumlah kation Zn(II) yang terikat pada pasir kuarsa sebesar 134,644 mg/L. Pada media 0,5 (b/v) MgCl₂ kesetimbangan tercapai pada konsentrasi 200 mg/L, dengan jumlah kation Zn(II) yang terikat sebesar 99,766mg. Kecendrungan ini sesuai dengan pernyataan Oscik (1982) yang menyatakan, bahwa pada permukaan material terdapat sejumlah tertentu gugus aktif yang sebanding dengan luas permukaan material.

Pada saat gugus aktif material belum jenuh oleh zat terlarut, maka peningkatan zat terlarut yang berinteraksi akan meningkatkan secara linier dengan jumlah zat terlarut yang terikat.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi terhadap interaksi kation Zn(II) pada material pasir kuarsa dalam media air bebas mineral dan 0,5 (b/v) MgCl₂

Peningkatan konsentrasi zat terlarut yang diinteraksikan, tidak akan meningkatkan jumlah zat terlarut yang terikat, apabila gugus aktif material telah jenuh oleh zat terlarut. Hal lain yang menyebabkan cepatnya tercapai kesetimbangan dalam media 0,5 (b/v) MgCl₂ adalah pengaruh elektronegativitas dan konsep asam basa keras-lunak. Pengaruh elektronegativitas, Zn(II) 1,6 dan Mg(II) 1,2, menyebabkan ikatan yang terjadi antara pasir kuarsa dengan kation Mg(II) memiliki polarisabilitas yang lebih tinggi daripada

ikatan kimia antara pasir kuarsa dengan kation Zn(II). Sesuai dengan konsep asam basa keras-lunak, dimana basa keras (gugus -COOH, -C=O, dan amida) pada pasir kuarsa akan lebih menyukai asam keras yakni kation Mg(II), sehingga jumlah kation Zn(II) yang terikat pada pasir kuarsa dalam media 0,5 (b/v) MgCl₂ akan cenderung lebih kecil.

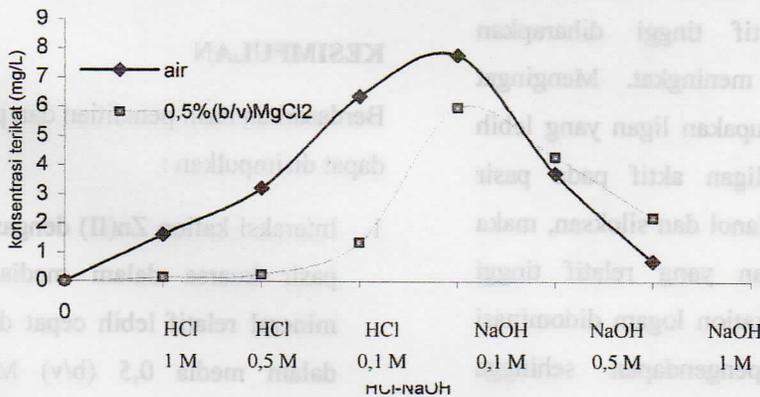
Pengaruh HCl dan NaOH

Keasaman maupun kebasaan merupakan faktor penting dalam suatu proses interaksi, karena perubahan keasaman logam dapat menyebabkan perubahan muatan permukaan material maupun spesies kation logam dalam larutan (Stum, 1981) Hasil penelitian disajikan pada Gambar 3.

Besarnya kation yang terikat dihitung dari pengurangan konsentrasi logam dalam media interaksi. Besarnya kation yang terikat diperoleh dengan jalan menghitung selisih jumlah absolut kation Zn(II) dalam media yang terukur sebelum dan sesudah proses interaksi.

Berdasarkan data yang tersaji dari Gambar 3 dapat dinyatakan beberapa kecenderungan sebagai berikut :

Interaksi kation Zn(II) sangat dipengaruhi oleh pH larutan. Secara umum semakin tinggi pH maka interaksi kation makin tinggi. Pada pH yang relatif tinggi terjadi penurunan interaksi kation.



Gambar 3. Pengaruh asam dan basa terhadap interaksi kation Zn(II) pada material tanah gambit dalam dalam media air bebas mineral dan 0,5 (b/v) MgCl₂

- Interaksi kation pada pasir kuarsa melibatkan gugus fungsional yang terdapat di dalamnya, pada pH sangat rendah masing-masing gugus fungsional berada dalam keadaan terprotonasi sehingga mempunyai muatan parsial positif. Hal ini akan menurunkan kemampuan ligan untuk mengikat kation logam yang bermuatan positif.
- Kenaikan pH akan menurunkan tingkat protonisasi gugus fungsional yang diikuti dengan penurunan muatan parsial positif, akibatnya kenaikan pH akan cenderung meningkatkan interaksi kation logam.
- Pada pH yang relatif sangat tinggi gugus fungsional tersebut cenderung mengalami deprotonisasi, sehingga mempunyai muatan parsial negatif, akibatnya pada pH yang relatif tinggi diharapkan interaksi akan meningkat. Mengingat gugus $-OH$ merupakan ligan yang lebih baik daripada ligan aktif pada pasir kuarsa seperti silanol dan siloksan, maka pada pH larutan yang relatif tinggi mengakibatkan kation logam didominasi oleh proses pengendapan sehingga interaksi kation logam cenderung menurun secara tajam.

Pada pH di atas 6 umumnya kation logam akan terhidrolisis membentuk $M(OH)_2$. Pada pH di atas 6, kation $Zn(II)$ akan cenderung berinteraksi dengan ion hidroksida membentuk endapan $Zn(OH)_2$. Diketahui harga K_{sp} dari $Zn(OH)_2$ sebesar 10^{-17} maka dapat ditentukan bahwa kation $Zn(II)$ akan mulai mengendap membentuk endapan $Zn(OH)_2$ pada pH 6,907. Sehingga pada pH larutan yang lebih besar dari 6 proses yang terjadi bukanlah murni interaksi logam ligan tetapi dipengaruhi oleh pembentukan endapan $Zn(OH)_2$ yang menyebabkan hilangnya kation logam dalam media. Pada media 0,5 (b/v) $MgCl_2$ terjadi pertukaran kation $Mg(II)$ - $Zn(II)$ sehingga jumlah $Zn(II)$ yang terikat akan menurun bila dibandingkan dalam media air bebas mineral

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan :

1. Interaksi kation $Zn(II)$ dengan ligan pada pasir kuarsa dalam media air bebas mineral relatif lebih cepat dibandingkan dalam media 0,5 (b/v) $MgCl_2$, yaitu $1,2864 \cdot 10^{-2}$ menit⁻¹ dan $4,7855 \cdot 10^{-3}$ menit⁻¹.

2. Dari data pengaruh konsentrasi awal diketahui bahwa Laju interaksi pada kedua media sangat cepat terjadi pada konsentrasi kation Zn(II) dibawah 100 mg/L. Dalam media air bebas mineral terlihat bahwa pada konsentrasi 500 mg/L ligan dari pasir kuarsa cenderung belum jenuh oleh kation Zn(II), jumlah kation Zn(II) yang sebesar 134,644 mg/L. Pada media 0,5 (b/v) MgCl₂ kesetimbangan tercapai pada konsentrasi 200 mg/L, dengan jumlah kation Zn(II) yang terikat sebesar 99,766mg.
3. Semakin tinggi pH, jumlah kation yang terikat cenderung meningkat dan pada pH sangat tinggi terjadi penurunan jumlah kation yang terikat

DAFTAR PUSTAKA

- Dharmawijaya, M.I., 1997, *Klasifikasi Tanah, Dasar Dasar Teori bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian di Indonesia*, Gajah Mada Press, Yogyakarta
- Driessen, P.M., 1974, *Soil for Agricultural Expansion in Indonesia*, Soil Reserch Institute, Bogor
- Kerndroff, H., and M. Schitzer, 1980, **Sorption of Metal in Humic Acid**, *Geochim, Chosmochim, Acta*, **44**, 1577-1581.
- Oscik, J., 1982, *Adsorption*, John Wiley, Chichester
- Sugiharto, 1987, *Dasar-dasar Pengolahan Air limbah*, UI Press, Jakarta
- Stum, W., and J.J. Morgan, 1981, *Aquatic Chemictry : An Introduction Emphasizing Chemical Equilibria in Natural Water*, John Wiley, New York