

# Studi Kompetisi Interaksi Besi(II) dengan Seng(II) pada Asam Humat

ALDES LESBANI, SETIAWATI YUSUF, DAN YENI ISWANTI

Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indonesia

**Intisari:** Telah dilakukan studi pemanfaatan asam humat yang diekstraksi dari tanah gambut Muara Kuang untuk kompetisi interaksi besi(II) dan seng(II). Selanjutnya studi interaksi dipelajari dengan menentukan jenis ikatan antara asam humat-besi(II) dan asam humat-seng(II) dengan metode desorpsi berurutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seng(II) terikat lebih banyak dibanding besi(II) pada asam humat dengan konsentrasi awal yang sama. Jumlah seng(II) yang terikat sebesar 96,8% sedangkan besi(II) sebesar 74,6%. Desorpsi berurutan besi(II) dan seng(II) pada asam humat menunjukkan kedua kation terikat pada asam humat dengan ikatan yang didominasi oleh ikatan ionik.

**Kata-kunci:** asam humat, besi(II), seng(II), kompetisi interaksi

**Abstract:** The study of competition interaction between iron(II) and zinc(II) with humic acid from peat of Muara Kuang was carried out systematically. Furthermore, the study interaction was studied by determination of bonding between humic acid-iron(II) and humic acid-zinc(II) using sequential desorption method. The results showed that interaction amount of humic acid with zinc(II) is higher than with iron(II) in similar initial concentration of metal ions. The amount of zinc(II) and iron(II) bonded to humic acid was 96.8% and 74.6%, respectively. Sequential desorption of iron(II) and zinc(II) on humic acid shows both metal ions was bonded to humic acid dominated with ionic bond.

**Keywords:** humic acid, iron(II), zinc(II), interaction competition

## 1 PENDAHULUAN

Penanggulangan cemaran logam-logam merupakan studi yang terus berkembang hingga saat ini. Salah satu teknik yang digunakan adalah adsorpsi. Adsorpsi memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan teknik lain. Kelebihan teknik adsorpsi dalam penanggulangan cemaran logam-logam adalah pengerjaannya yang mudah, biaya yang murah, relatif aman dari kontaminasi zat-zat kimia serta tidak memberikan polusi bagi lingkungan<sup>[1]</sup>. Metode adsorpsi pada prinsipnya menggunakan adsorben sebagai penyerap adsorbat<sup>[2]</sup>. Adsorben dapat diklasifikasikan secara garis besarnya menjadi dua bagian yakni adsorben organik dan adsorben anorganik<sup>[3]</sup>.

Penggunaan adsorben anorganik seperti pasir kuarsa, zeolit maupun material silika dan alumina sintesis telah banyak dilaporkan pemakaiannya<sup>[4]</sup>. Salah satu yang menarik dari penggunaan adsorben anorganik yakni proses adsorpsi yang menekankan pada pori atau permukaan sehingga proses adsorpsi lebih mengarah kepada gejala fisik dengan interaksi fisik yang terlibat didalamnya<sup>[5]</sup>.

Hal yang berbeda terjadi apabila penggunaan adsorben organik dalam proses penyerapan adsorbat. Adsorben organik seperti kitin, kitosan, tanah

gambut, alga dan lainnya memiliki fenomena yang berbeda dalam proses interaksinya dengan ion-ion logam<sup>[6]</sup>. Interaksi yang terjadi antara adsorben organik dengan ion-ion logam dapat berupa interaksi fisik maupun interaksi kimia. Interaksi kimia terjadi karena adsorben organik memiliki gugus-gugus fungsi yang bertindak sebagai ligan atau donor elektron ke ion-ion logam untuk berikatan. Sebagai hasilnya maka terjadi ikatan kimia seperti ikatan ion, ikatan kovalen maupun pembentukan kompleks<sup>[7,8]</sup>. Oleh karena itu pada makalah ini dilaporkan kajian adsorpsi menggunakan adsorben.

Pada penelitian ini digunakan asam humat yang diekstraksi dari tanah gambut untuk adsorben ion logam. Penggunaan asam humat sebagai adsorben telah dilaporkan oleh Samat dkk.<sup>[9]</sup> dalam mengikat seng(II). Asam humat dipilih sebagai adsorben karena proses interaksinya yang beragam yang disebabkan kandungan gugus fungsi yang dimilikinya<sup>[10]</sup>. Lebih lanjut proses adsorpsi yang melibatkan dua logam sekaligus akan dikaji pada penelitian ini. Karakter logam yang mirip yakni besi(II) dan seng(II) akan diulas interaksinya dengan asam humat melalui studi kompetisi interaksi dan jenis ikatannya akan dipelajari melalui proses desorpsi.

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Februari 2011 bertempat di Laboratorium Kimia Anorganik FMIPA Universitas Sriwijaya.

### 2.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi seperangkat peralatan gelas kimia standar, kertas saring Whatman 42, pengaduk magnetik, *shaker* dengan kecepatan 3400 rpm, neraca analitik dan spektrofotometer serapan atom Perkin Elmer 3110.

Bahan-bahan kimia yang dipergunakan dalam penelitian ini berkualitas *analytical grade* buatan Merck yang meliputi besi(II) klorida, seng(II) klorida, natrium asetat, ammonium asetat, hidrosilaminklorid, natrium EDTA serta akuades yang dibeli di *supplier* lokal di kota Palembang. Asam humat diperoleh dari hasil ekstraksi tanah gambut Muara Kuang seperti yang dilaporkan oleh Lesbani dkk.<sup>[10]</sup>

### 2.3 Kompetisi Interaksi Besi(II) dan Seng(II) Pada Asam Humat

Kedalam labu Erlenmeyer dimasukkan 0,1 g asam humat lalu ditambahkan masing-masing 5 mL campuran kation besi(II) dan seng(II) dengan konsentrasi masing-masing 100 mg/L dan kemudian diinteraksikan dengan menggunakan sistem *batch-shaker* selama 1 jam. Setelah disaring maka filtrat dianalisa masing-masing kation dengan spektrofotometer serapan atom.

### 2.4 Desorpsi Berurutan Besi(II) dan Seng(II) Pada Asam Humat

Asam humat sebanyak 3 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu ditambah 10 mL besi(II) atau seng(II) dengan konsentrasi 100 mg/L dan diinteraksikan dengan menggunakan sistem *batch-shaker* selama 1 jam. Setelah disaring filtrat dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom. Residu hasil penyaringan dikeringkan pada temperatur 40 °C.

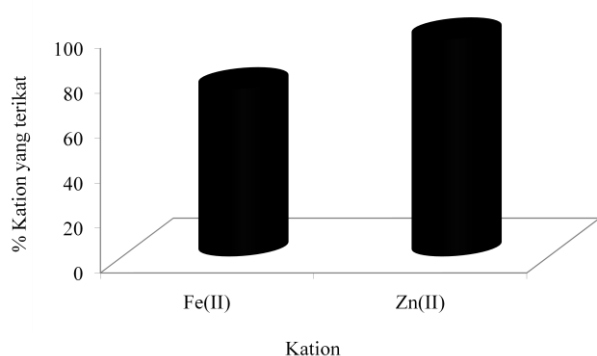
Sebanyak 2,5 g residu kering dimasukkan dalam erlenmeyer lalu ditambahkan 10 mL akuades dan *dishaker* selama 1 jam. Setelah disaring filtrat dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom dan residu dikeringkan. Sebanyak 2 g residu kering dimasukkan dalam erlenmeyer lalu ditambahkan natrium asetat 0,1 M sebanyak 10 mL dan *dishaker* selama 1 jam. Setelah disaring filtrat dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom dan residu dikeringkan. Residu yang telah kering sebanyak 1,5 g ditambah-

kan ammonium asetat 0,1 M sebanyak 10 mL dan *dishaker* selama 1 jam. Setelah disaring filtrat diukur dengan spektrofotometer serapan atom dan residu dikeringkan. Residu yang kering diambil 1 g dan dimasukkan dalam erlenmeyer dan ditambahkan hidrosilaminklorid 0,1 M sebanyak 10 mL dan *dishaker* selama 1 jam. Setelah disaring filtrat diukur dengan spektrofotometer serapan atom dan residu dikeringkan. Residu yang kering diambil 0,5 g dan dimasukkan dalam erlenmeyer dan ditambahkan natrium EDTA 0,1 M sebanyak 10 mL dan *dishaker* selama 1 jam. Setelah disaring filtrat diukur dengan spektrofotometer serapan atom dan residu terakhir yang diperoleh dibuang.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Ion logam besi(II) dan seng(II) merupakan asam madya menurut teori asam basa keras lunak (*hard and soft acid and base*, HSAB). Interaksi yang diharapkan dari besi(II) maupun seng(II) dengan asam humat merupakan interaksi madya yang artinya ligan dari asam humat diharapkan ada yang bersifat basa madya sehingga ikatan yang terbentuk kuat dan interaksi yang terjadi menjadi besar. Hasil penentuan gugus fungsi yang dilakukan oleh Lesbani dkk.<sup>[10]</sup> terlihat bahwa kandungan utama asam humat yang diekstraksi dari tanah gambut Muara Kuang Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan didominasi oleh gugus karboksilat (-COOH) dan gugus hidroksi total (-OH) baik dari fenolat maupun alkoholat dengan kadar abu yang cukup tinggi. Berdasarkan data ini maka dapat diperkirakan bahwa baik besi(II) maupun seng(II) memiliki kemungkinan yang sama untuk dapat berikatan dengan asam humat yang memiliki gugus dengan sifat basa keras (*hard base*). Hasil interaksi kompetisi antara besi(II) dengan seng(II) pada asam humat hasil ekstraksi dari tanah gambut Muara Kuang disajikan pada Gambar 1.

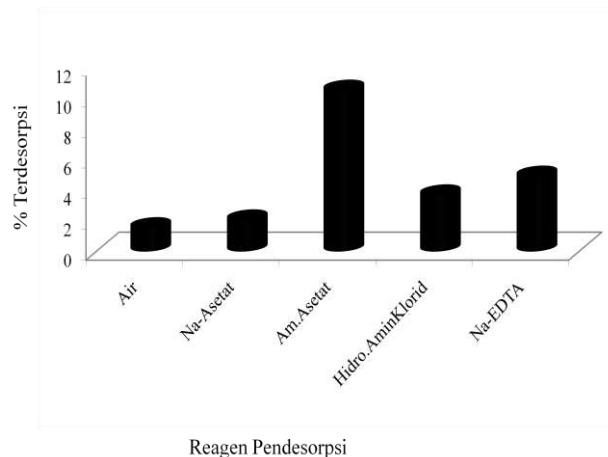
Dari data pada Gambar 1 terlihat bahwa seng(II) terikat dalam jumlah yang lebih banyak bila dibandingkan dengan besi(II). Seperti yang telah diuraikan diatas bahwa kemungkinan besi(II) maupun seng(II) memiliki probabilitas yang sama untuk terikat dengan asam humat karena sifat keasaman besi(II) yang sama dengan seng(II). seng(II) terikat pada asam humat sebanyak 96,8% sedangkan besi(II) sebesar 74,6%. Jumlah seng(II) yang terikat pada penelitian ini sama dengan yang dilakukan oleh Samat dkk (2012). Dari hasil ini dapat dinyatakan bahwa seng(II) memiliki sifat keasaman yang mendekati *hard acid* karena menurut teori HSAB, *hard base* yang ada di asam humat akan terikat lebih sempurna dengan *hard acid*<sup>[11]</sup>.



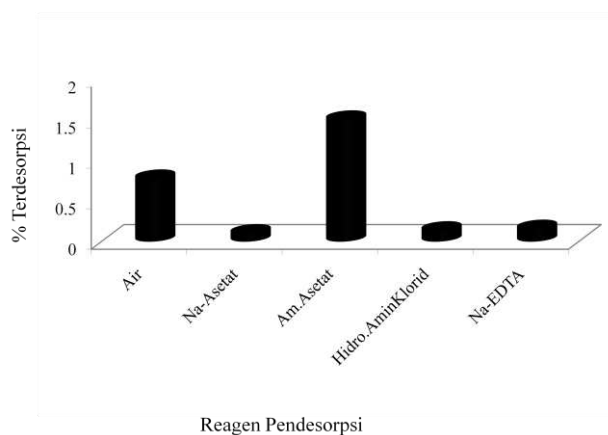
Gambar 1: Kompetisi interaksi besi(II) dengan seng(II) pada asam humat

Selanjutnya jenis ikatan yang terbentuk dari interaksi yang terjadi antara asam humat dengan besi(II) dan seng(II) ditentukan dengan proses desorpsi seperti yang terlihat pada Gambar 2 dan 3. Pada Gambar 2 terlihat bahwa desorpsi besi(II) yang telah terikat oleh asam humat didominasi oleh reagen pendesorpsi ammonium asetat. Reagen ammonium asetat merupakan reagen yang dapat mewakili ikatan ionik<sup>[12]</sup>. Reagen pendesorpsi lain selain ammonium asetat juga memberikan pelepasan terhadap ikatan asam humat-besi(II) yakni air, natrium asetat, hidrosilaminklorid dan natrium EDTA. Akan tetapi kontribusi yang dihasilkan tidak sebesar reagen ammonium asetat. Data ini mengindikasikan bahwa proses ikatan asam humat dengan besi(II) didominasi oleh ikatan ionik walaupun ikatan kimia yang lain memungkinkan terbentuk antara besi(II) atau seng(II) dengan asam humat.

Selanjutnya dilakukan proses desorpsi untuk mengetahui ikatan yang terbentuk antara asam humat dengan seng(II) seperti pada Gambar 3. Dari data pada Gambar 3 tersebut terlihat bahwa ammonium asetat juga memberikan kontribusi yang besar terhadap lepasnya seng(II) dari asam humat. Hal yang sama juga dialami oleh besi(II) seperti yang telah diuraikan diatas. Walaupun terdapat beberapa reagen pendesorpsi lain yang juga ikut berkontribusi terhadap lepasnya seng(II) dari asam humat namun tidak sebesar reagen ammonium asetat. Ikatan yang terbentuk antara asam humat dengan seng(II) adalah ikatan ionik. Apabila dikaji berdasarkan teori HSAB<sup>[13]</sup> maka *hard base* akan berikatan dengan *hard acid* dan ikatan yang dihasilkan memiliki karakter ionik. Apabila *soft base* diinteraksikan dengan *soft acid* maka akan memiliki karakter ikatan kovalen.



Gambar 2. Desorpsi berurutan besi(II) pada asam humat



Gambar 3. Desorpsi berurutan seng(II) pada asam humat

Berdasarkan teori di atas dapat dipahami bahwa asam humat yang bersifat *hard base* dapat berikatan dengan besi(II) maupun seng(II) yang bersifat *intermediate acid* dengan ikatan yang dihasilkan adalah ionik. Besi(II) maupun seng(II) mempunyai kemungkinan yang sama besar terikat dengan asam humat karena sifatnya yang sama yakni *intermediate acid*. Faktor-faktor lingkungan seperti medium adsorpsi (air maupun non air), keasaman medium serta temperatur adsorpsi sangat berpengaruh terhadap besarnya besi(II) maupun seng(II) yang terikat pada asam humat. Hal ini bersesuaian dengan teori HSAB yang dikemukakan oleh<sup>[11]</sup>.

## 4 KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa seng(II) terikat lebih banyak dibandingkan dengan besi(II) pada asam humat dengan konsentrasi awal yang sama. Ikatan yang terjadi antara asam humat dengan besi(II) dan seng(II) didominasi oleh ikatan ionik.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Oscik, 1982, Adsorption, John Wiley, Chichester.
- [2] Adamson. A.W, 1990, Physical Chemistry of Surfaces, 5<sup>th</sup> ed, John Wiley and Sons, New York.
- [3] Lynam. M.M, Kilduff. J.E, Weber. Jr. W.J, 1995, Adsorption of p-nitrophenol From Dilute Aqueous Solution: An Experiment in Physical Chemistry With an Environmental Application, *Journal of Chemical Education*, 72,1,80.
- [4] Fahmariyanti, Lesbani. A, Ratna Ayu Wulandari. L.P, 2006, Pengaruh Kandungan Ligan Pada Pasir Kuarsa Terhadap Interaksi Kation Zn(II), *Jurnal Penelitian Sains*, FMIPA Universitas Sriwijaya, 19, 52-59.
- [5] Lesbani. A, 2011, Studi Interaksi Vanadium dan Nikel Dengan Pasir Kuarsa, *Jurnal Penelitian Sains*, 14,4, 14410-43-46.
- [6] Santosa. S.J, Narsito, Lesbani. A, 2006, Sorption-Desorption Mechanism of Zn(II) and Cd(II) on Chitin, *Indonesian Journal of Chemistry*, 6,1
- [7] Lesbani. A, Yusuf. S, 2003, Interaction of Copper(II) and Cadmium(II) on Peat from Inderalaya South Sumatera., *Jurnal Ilmiah MIPA,BKS PTN Wilayah Barat*, VI, 1 April 2003, 49-52.
- [8] Lesbani. A, Yusuf. S, 2002, Karakteristik Adsorpsi Besi(I(II) Pada Kitin Dari *Scylla serrata.*, *Forum MIPA*, Majalah Ilmiah Jurusan PMIPA FKIP Universitas Sriwijaya,7,3, 38-44.
- [9] Samat, Lesbani. A, 2012, Studi Interaksi Seng(II) Pada Asam Humat Muara Kuang dan Aplikasinya Terhadap Limbah Industri Pelapisan Seng, *Jurnal Penelitian Sains*, 15,1, 15105-22-25
- [10] Lesbani. A, Badaruddin. M, 2012, Karakterisasi Asam Humat Dari Tanah gambut Muara Kuang kabupaten Ogan Ilir, *Majalah Ilmiah Sriwijaya*, 14, 1-7
- [11] Pearson. R.G, 1968, Hard and Soft Acids and Bases, HSAB, Part I: Fundamental Principles, *Journal of Chemical Education*, 45,9,581
- [12] Lesbani. A, 2001, Peranan Mekanisme Pertukaran Ion dan Pembentukan Kompleks Dalam Adsorpsi Seng(II) dan Kadmium (II) Pada Adsorben Cangkang Kepiting Laut (*Portunus pelagicus* Linn), Tesis Magister, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [13] Pearson. R.G, 1968, Hard and Soft Acids and Bases, HSAB, Part II: Underlying Theories, *Journal of Chemical Education*, 45,10,643