

## ADSORPSI Pb(II) OLEH ASAM HUMAT TERIMOBILISASI PADA HIBRIDA MERKAPTO SILIKA DARI ABU SEKAM PADI

### Adsorption of Pb (II) by Humic Acid (HA) Immobilized on Hybrid Mercapto Silica (HMS) from Rice Husk Ash

**Dewi Umaningrum, Dwi Rasy Mujiyanti, Radna Nurmasari**  
 Program Studi S-1 Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat  
 Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan  
 e-mail : dew\_umaningrum79@yahoo.com

#### ABSTRAK

Telah dilakukan adsorpsi Pb(II) oleh asam humat (AH) terimobilisasi pada hibrida merkapto silika (HMS) dari abu sekam padi. Penelitian ini bertujuan mengadsorpsi Pb(II) dengan menggunakan asam humat terimobilisasi pada hibrida merkapto silika (AH-HMS) dan menentukan kapasitas adsorpsinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH adsorpsi Pb(II) oleh AH, HMS, dan AH terimobilisasi HMS yaitu pada pH sebesar 3. Besarnya kapasitas adsorpsi yang diperoleh untuk AH, HMS dan AH-HMS adalah sebesar 27,03 mg/g, 32,68 mg/g dan 22,73 mg/g.

**Kata kunci:** logam Pb(II), AH-HMS, pH, kapasitas adsorpsi

#### ABSTRACT

*Adsorption of Pb (II) by humic acid (AH) immobilized on hybrid mercapto silica (HMS) from rice husk ash has been done. This study aims to adsorb Pb (II) with humic acid immobilized on silica mercapto hybrid (AH-HMS) and determine the adsorption capacity. The results showed that the pH of the adsorption of Pb (II) by AH, HMS, and HMS AH immobilized at pH 3. Adsorption capacity obtained for AH, AH-HMS and HMS at 27.03 mg/g, 32.68 mg/g and 22.73 mg/g.*

**Keywords:** *Pb (II), AH-HMS, pH, adsorption capacity*

#### PENDAHULUAN

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi di masa sekarang memacu terjadinya pembangunan di segala bidang, khususnya bidang industri. Bidang industri dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan sekitar. Dampak negatif tersebut terutama berasal dari limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri itu sendiri. Limbah industri menyebabkan berbagai pencemaran lingkungan yang berasal dari berbagai macam logam berat yang bersifat

toksik dan berbahaya. Logam berat jadi berbahaya karena tidak dapat didegradasi oleh tubuh, memiliki sifat toksisitas (racun) pada makhluk hidup walaupun pada konsentrasi yang rendah dan dapat terakumulasi dalam jangka waktu tertentu (Buhani, 2006). Timbal adalah salah satu logam berat yang berbahaya karena bersifat merusak jaringan tubuh makhluk hidup. Emisi Pb terbesar dalam bentuk gas berasal dari hasil samping pembakaran pada

kendaraan bermotor. Selain itu, Pb juga digunakan pada produksi baterai dan aki, pelapis kabel, pipa, solder, dan pewarna seperti cat. Efek dari keracunan Pb dapat menimbulkan kerusakan pada otak dan penyakit-penyakit yang berhubungan dengan otak, antara lain epilepsi, halusinasi, dan kerusakan pada otak besar (Palar, 1994).

Salah satu metode untuk mengatasi pencemaran ini yaitu metode adsorpsi dengan menggunakan bahan alam yang berpotensi sebagai adsorben logam berat seperti asam humat yang berasal dari tanah gambut (Santoso, dkk., 2007). Kemampuan asam humat mengikat logam cenderung meningkat pada pH yang lebih besar. Namun demikian, aplikasi asam humat secara langsung sebagai adsorben dihadapkan pada kendala karena sifat asam humat yang mudah larut pada  $\text{pH} \geq 6$ . Salah satu cara untuk menurunkan kelarutan asam humat adalah dengan metode imobilisasi asam humat pada suatu padatan pendukung (Sanjay, *et al.*, 1999)

Metode imobilisasi dapat menurunkan kelarutan asam humat hingga 37,41% (b/b) pada pH 12, sementara asam humat tanpa imobilisasi larut hampir 100% (b/b) pada  $\text{pH} \geq 6$ . Menurut Stevenson (1994) [5], kapasitas tukar kation senyawa humat terhadap ion logam adalah ekuivalen dengan jumlah gugus fungsi karboksilat. Nurmasari, dkk (2013) [6] telah melakukan

penelitian tentang sintesis dan karakterisasi adsorben asam humat terimobilisasi pada hibrida merkapto silika dari abu sekam padi menunjukkan bahwa kelarutan asam humat paling rendah didapatkan pada pH 6, dimana kelarutan asam humat sebesar 0,40 % pada pH 6 dan 0,83 % pada pH 12. Hal ini menunjukkan bahwa metode imobilisasi yang telah dilakukan dapat menurunkan kelarutan asam humat sampai 99,60 % pada pH 6 dan 99,17 % pada pH 12. Namun adsorben yang diperoleh perlu dikaji kemampuannya untuk mengadsorpsi logam berat Pb(II).

## METODE PENELITIAN

### Penentuan kapasitas adsorpsi Pb(II) oleh asam humat terimobilisasi hibrida merkapto silika

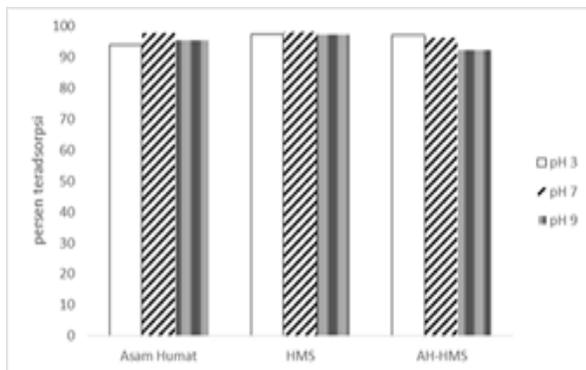
Larutan Pb dibuat dengan variasi konsentrasi awal 25, 50, 75, 100 dan 125 mg/l melalui pengenceran dari larutan stok Pb(II) 1000 mg/l. Selanjutnya ke dalam erlenmeyer 100 ml dipipet sebanyak 20 ml larutan untuk setiap konsentrasi awal, dan ditambahkan 1 gram adsorben asam humat terimobilisasi HMS ke dalam setiap larutan tersebut. Selanjutnya dilakukan pengocokan dengan shaker selama 24 jam. Setiap larutan disaring, dan filtrat yang diperoleh dianalisis dengan SSA untuk mengetahui banyaknya Pb yang tersisa dalam larutan setelah interaksi dengan adsorben. Dilakukan pengulangan dengan prosedur

yang sama sebanyak dua kali. Prosedur yang sama dilakukan juga untuk adsorben asam humat dan adsorben HMS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penentuan pH Adsorpsi Pb(II) oleh Asam Humat Terimobilisasi Hibrida Merkaptosilika (HMS)

Pada penentuan pH ini, asam humat yang diimobilisasi pada hibrida merkaptosilika diujikan pada kondisi pH 3, 7, 9 untuk mengetahui pH adsorpsi Pb(II). Hasil penentuan asam humat terimobilisasi pada hibrida merkaptosilika pada pH 3, 7, dan 9 yang dikontakkan dengan logam Pb(II) ditunjukkan pada Gambar 1 dalam bentuk persen teradsorpsi.



**Gambar 1.** Persen teradsorpsi logam Pb(II) teradsorpsi pada pH 3, 7 dan 9

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa pH 3 adalah pH optimum adsorpsi Pb(II) oleh asam humat, HMS, dan AH-HMS serta adanya kecenderungan semakin naik pH maka adsorpsi terhadap logam Pb semakin berkurang ini. Hal ini dijelaskan oleh Buhani (2006) dalam penelitiannya

terhadap asam humat, senyawa humat yang tidak larut dalam pelarut air pada kondisi asam (pH sekitar 2), tetapi sudah mulai larut jika pH larutan di atas 2. Pada pH di atas 2 gugus-gugus fungsi seperti  $-\text{COOH}$  dan  $-\text{OH}$  fenolat dari asam humat sudah mulai terionisasi sehingga melemahkan ikatan hidrogen intramolekul dari asam humat, tolak menolak antar gugus yang terionisasi dan juga akibat hidrasi oleh molekul air. Akibat adanya fraksi terlarut dari asam humat, maka interaksi asam humat dengan ion logam tidak semata-mata berupa adsorpsi fraksi tak larut, tetapi juga interaksi pembentukan kompleks antara fraksi terlarut asam humat, sehingga pada pH 3 gugus-gugus fungsi seperti  $-\text{COOH}$  dan  $-\text{OH}$  fenolat,  $-\text{OH}$  alkoholat dan  $-\text{C}=\text{O}$  dari asam humat lebih banyak tersedia untuk berinteraksi dengan logam, sedangkan pada pH lebih dari 5 ionisasi ion-ion logam cenderung akan turun dan membentuk kompleks hidroksi dengan ikatan yang kuat, sehingga sulit diikat oleh gugus humat.

Pada adsorben HMS terdapat gugus Si-OH dan Si-O-Si seperti pada silika gel, juga terdapat gugus aktif baru yaitu gugus  $-\text{SH}$  yang berasal dari TMSP pada HMS yang berfungsi sebagai pengikat logam. Gugus fungsi tiol ( $-\text{SH}$ ) lebih banyak tersedia pada pH 3 sehingga lebih banyak logam Pb(II) yang dapat diadsorpsi, sedangkan pada pH 7 dan 9 ion logam

mulai terhidrolisis sehingga terbentuk hidroksida logam. Selain itu juga pada pH tinggi permukaan adsorben bermuatan negatif, akibatnya terjadi tolakan antara permukaan adsorben dan spesies ion logam, sehingga adsorpsi menjadi berkurang. Hal ini juga karena pada pH tinggi adanya sifat hidrofob pada gugus merkapto mempertahankan jaringan silika dalam HMS dari anion hidroksil dalam larutan. Hal ini sesuai dengan dengan Buhani (2009) yang menyatakan bahwa pada adsorben HMS, atom S dari gugus merkapto lebih tersedia pada pH rendah.

Pada adsorben AH-HMS, kondisi pada pH 3, pH 7, dan 9 terlihat bahwa dalam mengadsorpsi ion logam Pb(II) perbedaannya tidak terlalu jauh. Berdasarkan kondisi pH tersebut maka terlihat bahwa AH-HMS yang merupakan hasil imobilisasi dari asam humat dan HMS cenderung mempunyai sifat gugus fungsi yang sama. AH-HMS pada pH 3 gugus-gugus fungsi seperti  $-\text{COOH}$  dan  $-\text{OH}$  fenolat,  $-\text{OH}$  alkoholat dan  $-\text{C}=\text{O}$  dari asam humat dan gugus fungsi  $-\text{SH}$  dari HMS lebih tersedia, sehingga lebih banyak logam Pb(II) yang teradsorpsi dibandingkan pada pH 7 dan 9. Pada pH yang tinggi, jumlah ion  $\text{OH}^-$  meningkat dan menyebabkan ligan permukaan cenderung terdeprotonasi sehingga pada saat yang sama terjadi kompetisi antara ligan permukaan dengan

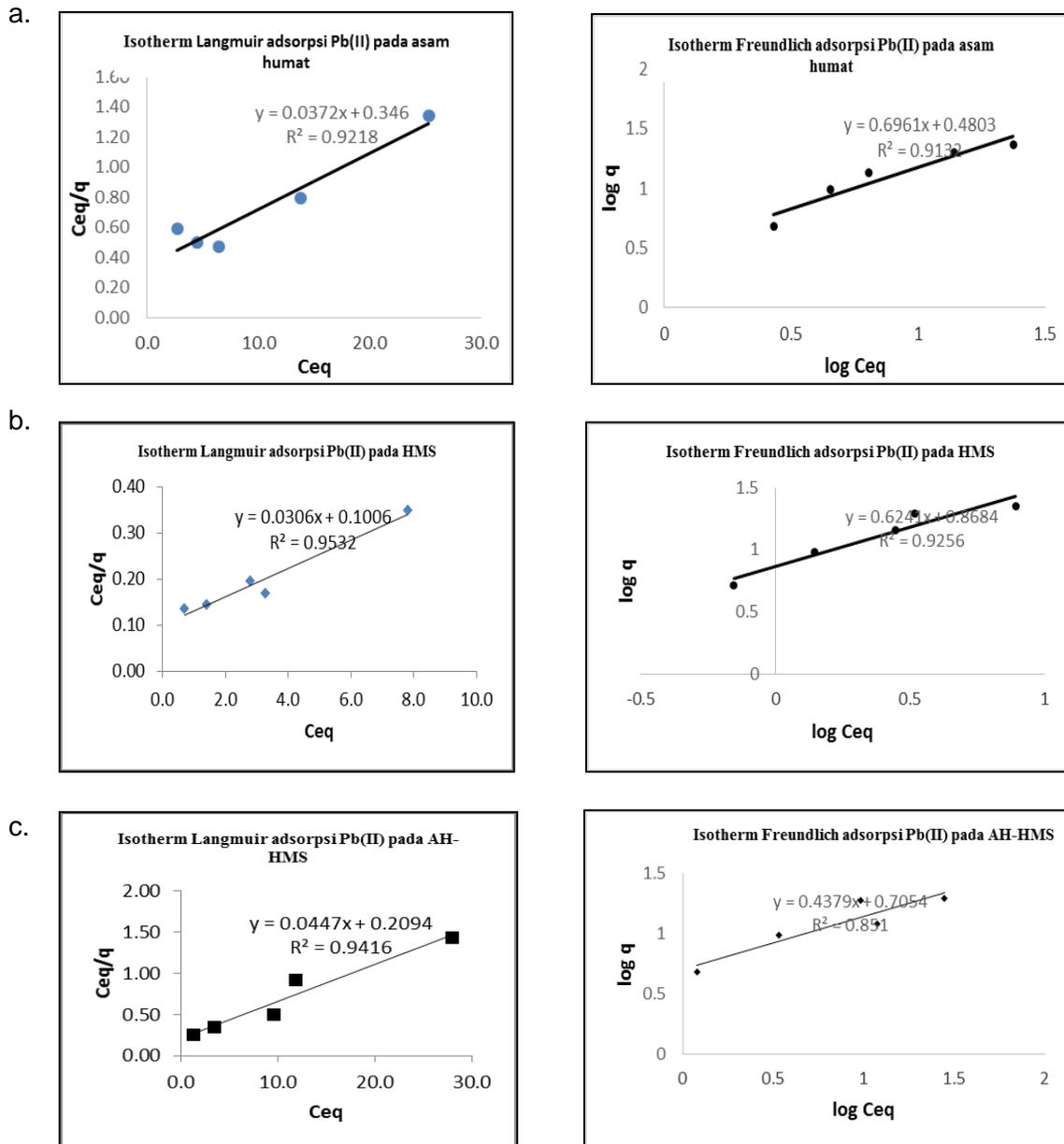
ion  $\text{OH}^-$  untuk berikatan dengan kation logam. Jumlah ion logam Pb(II) yang teradsorpsi oleh AH-HMS pada pH 3, 7 dan 9 adalah sebesar 97,32%, 96,19%, dan 92,30%.

### **Penentuan Kapasitas Adsorpsi Logam Pb(II) oleh asam humat yang terimobilisasi pada hibrida merkapto silika**

Suatu isoterm adsorpsi menunjukkan hubungan antara jumlah logam yang teradsorpsi per berat adsorben dengan konsentrasi kesetimbangan logam di dalam larutan. Penentuan model isoterm adsorpsi dilakukan untuk memperkirakan mekanisme adsorpsi logam Pb(II) pada adsorben. Ada dua model yang sering dipakai untuk menjelaskan proses adsorpsi pada permukaan zat padat, yaitu isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich. Model isoterm adsorpsi Langmuir berlaku untuk adsorpsi pada lapisan tunggal (monolayer) pada permukaan zat yang homogen. Persamaan Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya suatu kesetimbangan antara molekul yang diadsorpsi dan molekul yang masih bebas. Pada penentuan kapasitas adsorpsi logam Pb(II) oleh asam humat yang terimobilisasikan pada hibrida merkapto silika (AH-HMS) menggunakan model isoterm Langmuir. Hasil penentuan kapasitas adsorpsi logam Pb(II) terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Penentuan kapasitas adsorpsi logam Pb(II)

Adsorben	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)	Konstanta Langmuir	Konstanta Freundlich
Asam Humat	27,03	0,1111	3,022
HMS	32,68	0,3041	7,385
AH-HMS	22,73	0,2105	5,074

**Gambar 2.** Grafik linierisasi Isoterm Langmuir dan Freundlich untuk logam Pb(II) oleh (a). Asam Humat, (b). HMS, (c). AH-HMS.

Berdasarkan Tabel 1 dapat ditentukan bahwa kapasitas adsorpsi adsorben asam humat terhadap Pb(II) = 27,03 mg/g, sedangkan kapasitas adsorpsi adsorben HMS terhadap Pb(II) = 34,48 mg/g, dan kapasitas adsorpsi adsorben AH-HMS terhadap Pb(II) = 22,73 mg/g. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada adsorben AH-HMS gugus -OH dari asam humat ada yang terikat pada struktur HMS sehingga  $\text{-COO}^-$  kelimpahannya berkurang, sehingga yang bertindak sebagai donor pasangan elektron juga mengalami pengurangan dan akan berdampak pada kapasitas AH-HMS yang lebih kecil dari pada asam humat yaitu dari 27,03 mg/g menjadi 22,73 mg/g. Begitu yang terjadi pada HMS, gugus -Si-OH dan -SH ada yang terikat pada  $\text{-COO}^-$  dari asam humat, sehingga donor pasangan elektron yang dapat mengadsorpsi logam Pb(II) mengalami pengurangan yang menjadikan kapasitas adsorpsi AH-HMS menjadi jauh lebih kecil dibandingkan HMS yaitu dari 32,68 mg/g menjadi 22,73 mg/g. Dengan kata lain gugus yang berperan aktif pada AH-HMS yaitu gugus -SH pada HMS.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa pH adsorpsi Pb(II) oleh adsorben asam humat, HMS, dan asam humat

terimobilisasi hibrida merkapto silika yaitu pada pH 3. Besarnya kapasitas adsorpsi yang diperoleh untuk adsorben asam humat, HMS dan AH-HMS adalah sebesar 27,03 mg/g, 32,68 mg/g dan 22,73 mg/g. Gugus-gugus fungsional yang berperan dalam adsorpsi logam Pb(II) pada asam humat yaitu gugus karboksilat  $\text{-COOH}$ , pada hibrida merkapto silika (HMS) dan AH-HMS yaitu gugus -SH.

## DAFTAR PUSTAKA

- Buhani & Suharso. 2006. Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Ion Logam Gabungan Cu(II), Zn(II), Mn(II) dan Fe(II) pada Asam Humat. *Indo.J. chem*, 1, 43-46.
- Buhani. 2007. Alga Sebagai Bioindikator & Biosorben Logam Berat (Bagian 1:Bioindikator).[http://www.chemistry.org/artikelkimia/biokimia/alga\\_sebagai\\_Bioindikator & Biosorben Logam Berat Bagian 1 Bioindikator](http://www.chemistry.org/artikelkimia/biokimia/alga_sebagai_Bioindikator_%26_Biosorben_Logam_Berat_Bagian_1_Bioindikator).
- Buhani, Narsito, Nuryono, & Eko, S.K., 2009. Hibrida amino-silika & merkapto-silika sebagai adsorben untuk adsorpsi ion Cd(II) dalam larutan. *Indo.J. chem*, Vol. 2, 170-176.
- Nurmasari, R., Mujiyanti, D.R., & Fitra, H., 2013. Sintesis dan Karakterisasi Adsorben Asam Humat Terimobilisasi pada Hibrida Merkapto Silika dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Ilmiah Berkala Sains dan Terapan Kimia*. Vol.7. 114-125
- Palar, H. 1994. *Pencemaran & Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Bandung. Hal : 74, 84-88

- Sanjay, H.G., A.K. Fataftah, D.S. Walia, & K.C. Srivastava. 1999. Humasorb-Cs<sup>TM</sup>: a Humic Acid-Based Adsorbent to Remove Organic and Inorganic Contaminants. *Understanding Humic Substances: Advanced Methods, Properties and Applications*. The Royal society of Chemistry, Cambridge
- Santoso, U.T., U. Irawati, D. Umaningrum, & R. Nurmasari. 2007. Pengaruh *Proteksi Situs Aktif pada Pengikatan-Silang Asam Humat-Kitosan terhadap Kemampuan Adsorben Mengadsorpsi Pb(II), Cd(II) & Cr(III)*, Seminar Nasional Kimia, Yogyakarta, 17 Nopember 2007.
- Stevenson, F.J., 1994, "Humus Chemistry: Genesis, Composition", Reaction, 2<sup>nd</sup> ed., John Wiley & Sons, New York.