



# Laju Adsorpsi Asam Humat Hasil Isolasi dari Batubara Terhadap Cu dan Fe

Yati B. Yuliyati\*, Rustaman, E. Evy Ernawati, Rubianto A. Lubis

Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Padjadjaran, Bandung

\*E-mail: yati.b.yuliyati@unpad.ac.id

## Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang interaksi asam humat dengan Cu dan Fe. Tujuan penelitian adalah mengisolasi asam humat dari batubara dan menentukan laju adsorpsi asam humat hasil isolasi terhadap Cu dan Fe. Isolasi dan pemurnian asam humat hasil isolasi dilakukan dengan metode ekstraksi berdasarkan kelarutannya dalam larutan basa dan asam. Karakterisasi asam humat yang diperoleh dilakukan dengan spektrofotometri UV-visible dan inframerah. Asam humat diaplikasikan sebagai adsorben untuk Cu dan Fe dengan metoda pengocokan (waktu kontak) selama waktu tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen asam humat sebesar 7,12%. Serapan maksimum terjadi pada panjang gelombang 200 nm dan gugus fungsional utama menunjukkan adanya gugus -COOH, -OH fenolat dan gugus aromatik. Laju rata-rata adsorpsi asam humat untuk Cu dan Fe efektif terjadi selama 15 menit pertama yaitu masing-masing sebesar 1,02 ppm/menit dan 0,15 ppm/menit.

Kata Kunci : asam humat, laju adsorpsi, batubara

## Abstract

*An interaction of humic acids with Cu and Fe has been investigated. This research aims to isolate humic acids from charcoal and to determine its adsorption rate toward Cu and Fe. The isolation and purification of humic acids were carried out by using a solubility-based extraction method. The characterization of the obtained humic acid was performed by using UV-visible and infrared spectrophotometry. The humic acid was applied as an adsorbent for Cu and Fe through shaking method (contact time) for a period of time. The result showed that the yield of humic acid is 7.12%. The maximum absorption is at wave length of 200 nm and the main functional moieties are -COOH, phenolic -OH, and aromatic. The average rates of humic acids adsorption for Cu and Fe effectively occurs for the first 15 minutes: 1.02 ppm/minutes for Cu and 0.15 ppm/minutes for Fe.*

*Keywords: information, industrial waste, technology*

## 1. Pendahuluan

Asam humat merupakan senyawa makromolekul polielektrolit yang memiliki gugus fungsional seperti -COOH, -OH fenolat, karbonil, dan amida. Gugus fungsi ini dapat berinteraksi dengan spesi logam (Stevenson, 1994). Selain asam humat, pada senyawa humat juga terdapat asam fulvat dan humin. Asam fulvat merupakan senyawa humat yang larut dalam air pada semua pH, asam humat merupakan senyawa humat yang tidak larut pada pH asam tetapi larut pada pH basa dan humin merupakan senyawa humat yang tidak larut dalam air pada semua nilai pH (Rahmawati, 2011). Pada pH yang relatif tinggi asam humat mengalami deprotonasi sehingga dapat berikatan dengan ion logam membentuk senyawa kompleks (Setyowati & Ulfin, 2007). Atas dasar adanya gugus-gugus fungsional dan kemampuan interaksinya dengan ion-ion logam maka asam humat digunakan untuk mengadsorpsi logam-logam yang terlarut dalam medium air.

Limbah pada saat ini merupakan persoalan yang harus diperhatikan. Bertambahnya pabrik industri menambah banyaknya limbah di sekitar

kehidupan kita. Limbah cair yang belum diolah yang langsung dibuang ke sungai dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, salah satu limbah tersebut adalah dapat berupa ion logam berat. Pada dasarnya makhluk hidup memerlukan logam berat dengan jumlah takaran yang bervariasi. Akan tetapi, pada jumlah berlebih, keberadaan logam berat tersebut dapat mengakibatkan dampak yang merusak pada organ tubuh. Ion logam berat dapat mengakibatkan keracunan apabila terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup dan dapat menyebabkan kematian apabila kadar dalam tubuh melebihi ambang batas. Untuk menurunkan kadar logam berat dalam lingkungan yang tercemar salah satu metoda yang dapat dipakai adalah adsorpsi. Sebagai adsorben logam berat tersebut, dapat digunakan antara lain asam humat.

Banyak penelitian yang sudah dilakukan dengan asam humat sebagai adsorben. Prasasti et al. (2012) telah melakukan adsorpsi ion Au oleh asam humat. Christiani (2008) juga menggunakan asam humat sebagai adsorben untuk adsorpsi ion logam Zn(II) dan Cd(II). Para peneliti tersebut



mengungkapkan bahwa asam humat dapat mengikat ion logam berat sampai batas konsentrasi tertentu, tetapi belum dilakukan untuk semua jenis logam berat yang ada di alam.

Asam humat banyak terdapat pada lingkungan perairan yang merupakan hasil dekomposisi zat organik dan tumbuhan mati seperti tanah gambut dan batubara. Batubara adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari dekomposisi tanaman. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Menurut database Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral tahun 2013, Indonesia memiliki persediaan batubara sebesar 31 miliar ton (Negoro, 2015).

Deprotonasi gugus-gugus fungsional asam humat akan menurunkan kemampuan pembentukan ikatan hidrogen, baik intra molekul maupun antar molekul dan meningkatkan jumlah muatan negatif gugus fungsional asam humat sehingga akan meningkatkan gaya tolak menolak antar gugus dalam molekul asam humat. Pengaruh tersebut akan menyebabkan permukaan partikel-partikel koloid asam humat bermuatan negatif dan menjadi lebih terbuka sehingga dapat berikatan dengan ion logam membentuk kompleks. Interaksi ion logam dengan asam humat dimodelkan pada Gambar 2. Mekanisme interaksi yang terjadi dapat melalui salah satu atau lebih dari keempat model mekanisme tersebut secara simultan. Menurut reaksi (1), salah satu gugus  $-COOH$  bereaksi dengan ion logam membentuk suatu garam anorganik atau kompleks monodentat. Persamaan reaksi (2) menggambarkan suatu reaksi dimana satu gugus  $-COOH$  dan satu gugus  $-OH$  bereaksi secara simultan dengan ion logam membentuk kompleks bidentat. Pada persamaan reaksi (3) dua gugus  $-COOH$  terdekat bereaksi secara simultan dengan ion logam untuk membentuk kompleks bidentat. Persamaan (4) menunjukkan suatu situasi dimana ion logam terikat akibat gaya elektrostatis pada molekul air yang berikatan dengan gugus  $C=O$  pada asam humat melalui ikatan hidrogen.

#### Proses Pembentukan Senyawa Humat

Bahan organik tanah yang sudah terdekomposisi sempurna dan secara mikroskopis tidak memiliki sel tumbuhan disebut humus. Bagian kecil dari humus terdiri dari gula dan asam amino yang larut dalam air, sedangkan bagian terbesar merupakan bahan yang tidak larut dalam air. Bagian terbesar ini disebut senyawa humat yang merupakan hasil polimerisasi oksidasi dari senyawa-senyawa fenol, lignin dan protein dari tanaman serta metabolisme dari biota tanah (Stevenson, 1982).

#### Peranan Asam Humat

Asam humat mempunyai pengaruh yang sangat menguntungkan terhadap perkembangan tanah dan juga pertumbuhan tanaman. Senyawa tersebut

dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman melalui peranannya dalam mempercepat proses respirasi, meningkatkan permeabilitas sel, serta meningkatkan penyerapan air dan hara (Tan, 1992).

Menurut Schnitzer (1978) satu dari karakteristik yang paling khas dari senyawa humat adalah kemampuannya untuk berinteraksi dengan ion logam, oksida, hidroksida, mineral dan organik, termasuk zat pencemar beracun lainnya. Asam humat dalam tanah mampu mengikat ion-ion logam yang berlebih sehingga jumlahnya menjadi lebih sedikit dalam larutan tanah sebagaimana dibutuhkan oleh tanaman. Disamping itu kelat logam-organik (organologam) yang terbentuk memiliki sifat tidak larut. Dengan pembentukan kompleks, kadar suatu logam berat dapat diturunkan hingga ke taraf tidak beracun (Stevenson, 1982). Hal ini sangat penting dalam menjaga kualitas lingkungan dengan mengurangi bahaya toksisitas logam berat terhadap tanaman, ternak, dan manusia (Orlov, 1985).

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui interaksi logam  $Cu^{2+}$  dan  $Fe^{2+}$  terhadap asam dan tujuan dari penelitian yaitu mengisolasi asam humat dari batubara, dan menentukan laju adsorpsi asam humat terhadap logam  $Cu^{2+}$  dan  $Fe^{2+}$ .

## 2. Metode

Metodologi penelitian berdasarkan penelusuran pustaka dan kerja di laboratorium, yaitu ekstraksi dan pemurnian asam humat berdasarkan kelarutan dalam kondisi asam dan basa, karakterisasi dengan spektrofotometri UV-VIS dan IR dan penentuan laju adsorpsi asam humat terhadap logam  $Cu^{2+}$  dan  $Fe^{2+}$  dengan metoda pengocokan dan waktu kontak. Konsentrasi logam ditentukan dengan AAS

## 3. Hasil dan Pembahasan

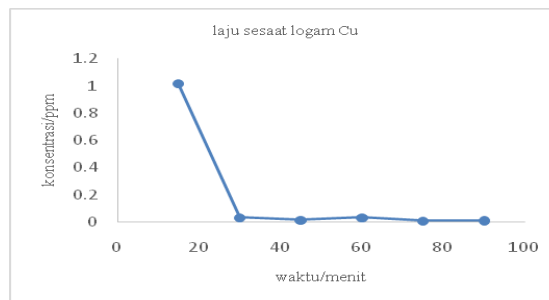
Asam humat dapat diekstraksi dari batubara dengan berbagai pengestrak salah satunya dengan menggunakan larutan natrium hidroksida 0,1 N. Larutan tersebut merupakan pengestrak yang paling umum digunakan dalam ekstraksi asam humat karena merupakan pengestrak paling efektif yang secara kuantitatif menghasilkan jumlah asam humat terekstrak yang lebih banyak dan tidak mempunyai pengaruh dalam merubah sifat fisik dan kimia dari asam humat. Asam humat larut dalam alkali sebagai garam Na-humat agar mudah larut dalam air yang kemudahan reaksinya dipengaruhi oleh pH dari larutan natrium hidroksida, dimana dengan semakin tingginya pH maka asam humat akan lebih mudah membentuk garam Na-humat. Ekstraksi dilakukan tiga ulangan, pengendapan asam humat terjadi pada pH 1,13 – 2,04, memiliki spektrum IR yang hampir sama. Serapan maksimum terjadi pada panjang

gelombang 200 nm. Rendemen rata-rata asam humat 7,12%.

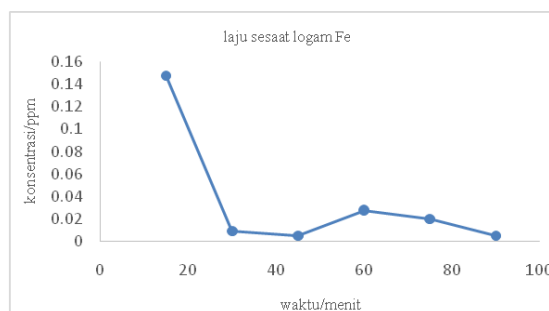
Laju adsorpsi asam humat terhadap logam Cu dan Fe dilakukan untuk mengetahui berapa asam humat dapat menurunkan kadar logam tersebut dalam waktu tertentu.

Ekstraksi dan Fraksinasi asam humat didasarkan atas kelarutannya dalam asam dan alkali. Berdasarkan hal ini asam humat dapat dipisahkan dalam beberapa fraksi humat (Tabel 1.)

Batubara yang digunakan merupakan batubara *lignite* yang tergolong dalam kualitas rendah dan mengandung kadar abu yang cukup tinggi. Semakin tinggi tingkat pembatubaraan, kadar karbon akan meningkat sedangkan hidrogen dan oksigen akan berkurang. Batubara dengan tingkat pembatubaraan rendah atau batubara bermutu rendah contohnya lignit dan sub-bituminus merupakan material lembut, rapuh dan berwarna seperti tanah, memiliki tingkat kelembaban yang tinggi dan kadar karbon yang rendah sehingga kandungan energinya juga rendah. Semakin tinggi mutu batubara umumnya akan semakin keras dan warnanya akan semakin hitam mengkilat

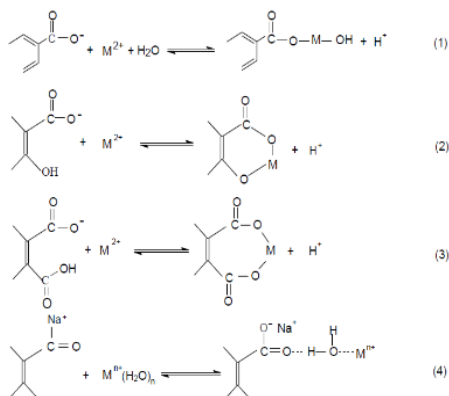


(a)

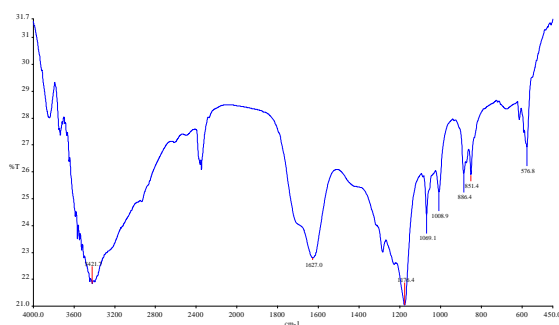


(b)

Gambar 3. Pengaruh waktu kontak terhadap konsentrasi logam (a) Cu dan (b) Fe



Gambar 1. Model interaksi ion logam dengan asam humat (Schnitzer,1986).



Gambar 2. Spektrum IR asam humat hasil isolasi dari batubara pH 1,13

#### 4. Kesimpulan

Rendemen asam humat sebesar 7,12%. Serapan maksimum terjadi pada panjang gelombang 200 nm dan gugus fungsional utama menunjukkan adanya gugus -COOH, -OH fenolat dan gugus aromatik. Laju rata-rata adsorpsi asam humat untuk Cu dan Fe efektif terjadi selama 15 menit pertama yaitu masing-masing sebesar 1,02 ppm/menit dan 0,15 ppm/menit. Rendemen asam humat sedikit disebabkan tidak dilakukan ekstraksi ulang pada residu batubara. Pada penelitian selanjutnya, pada asam humat yang akan diaplikasikan untuk menurunkan kadar logam sebaiknya ditentukan terlebih dahulu nilai kapasitas tukar kationnya.

#### Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Putri Damayanti S.Si. dan Apipudin S.Si. yang telah membantu dalam penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- Orlov, D.S. 1985. *Humic Acid of Soils*. Moscow University Publisher. Moscow.378pp.
- Rahmawati, A. 2011. Pengaruh Derajat Keasaman terhadap Ion Logam Kadmium(II) dan Timbal(II) pada Asam Humat. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*. 12(1): 1-14.
- Rahmawati, A. & Santoso, S. J. 2012. Studi Adsorpsi Logam Pb(II) dan Cd(II) pada Asam Humat dalam Medium Air. *Alchemy*. 2(1): 46-57.
- Schnitzer, M. 1991. Soil organic matter. *The next 75 years soil*. Volume 151, pp. 41-58.
- Schnitzer, M. And S. Khan .U. 1978. *Soil Organic Matter*. Elsevier. Amsterdam



- Setyowati, D. & Ulfin, I. 2007. Optimasi Kondisi Penyerapan Ion Aluminium Oleh Asam Humat. *Jurnal Akta Kimia Indonesia*. 2: 85-92.
- Stevenson, F.J. 1982. *Humus Chemistry*; Genesis, Composition, Reaction. A Willey. Interscience Publication. John Willey & Sons, Inc New York.443 pp
- Stevenson, F.S. 1994. *Humus Chemistry* : Genesis, Composition, Reaction, 2<sup>nd</sup> ed., Interscience Publication. John Willey & Sons, Inc New York.
- Tan, K.H. 1992. *Principles of Soil Chemistry*. Marcel Decker.Inc New York.267 pp
- Negoro, S. A. 2015. Kondisi Batubara Indonesia. <http://subkhanagungsulistio.blogspot.co.id/2015/05/nasib-batubara-indonesia.html>.  
[diakses pada tanggal 18 Juli 2016]