

## STUDI KESEIMBANGAN ADSORPSI MERKURI(II) PADA BIOMASSA DAUN ENCENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*)

M. Chalid Al-ayubi<sup>1</sup>, Himmatul Barroroh<sup>1</sup>, Diana Candra D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki Malang

### ABSTRACT

*Metal ion adsorption research with utilizing Eichhornia crassipes leaf biomass has been done. Metal ions which are ever researched are Cr, Cd, Pb and Ni, but research with utilizing Hg metal ion is never done, so need to be implemented a mercury adsorption research to eichhornia crassipes leaf biomass. Because pH solution is very influential to metal ion adsorption by biomass, so in this research is inspected determining of optimum pH to mercury adsorption. This research is experimental research which is started with determining of optimum pH, this determining of optimum pH is implemented with way of interacting 60 mmg/L mercury metal ion with 0,1 gr eichhornia crassipes leaf biomass for 60 minutes at range of pH 2, 3, 4, 5, 6, 6, 4, 6, 7, 7 and 8, then continued with control solution production to know the solubility of mercury in every pH. The determination of adsorption capacity, adsorption constanta and adsorption energy are implemented with way of interacting eichhornia crassipes leaf biomass with mercury metal ion by 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 and 150 mmg/L variation of concentration for 60 minutes in pH optimum. Data the result of experiment then processed using the similarity of Langmuir isotherm and Freunlich.. The result of the research indicates that pH 6 is mercury adsorption optimum pH in eichhornia crassipes leaf biomass. The mercury isotherm adsorption in eichhornia crassipes leaf biomass takes a part of the similarity of langmuir isotherm with point  $R^2 = 0,982$ , from the similarity of langmuir isotherm gotten adsorption capacity ( $X_m$ ) in the mount of  $4,806 \times 10^{-5}$  mol/gr with adsorption constanta ( $K$ ) 27130,85 mol/L and adsorption energy ( $E$ ) in the mount of 25,46079 kJ/mol.*

**Key Words:** Mercury, *Eichhornia crassipes*, Optimum pH.

### ABSTRAK

*Penelitian tentang adsorpsi ion logam dengan menggunakan biomassa daun enceng gondok telah banyak dilakukan. Ion logam yang pernah diteliti adalah Cr, Cd, Pb dan Ni, akan tetapi penelitian dengan menggunakan ion logam  $Hg^{2+}$  belum pernah dilakukan. dalam penelitian ini dikaji tentang keseimbangan adsorpsi  $Hg^{2+}$  pada biomassa daun enceng gondok. Mengingat pH larutan sangat berpengaruh pada adsorpsi ion logam oleh biomassa, maka dalam penelitian ini dikaji pula penentuan pH optimum terhadap adsorpsi  $Hg^{2+}$ . Penentuan pH optimum dilakukan dengan cara menginteraksikan 25 ml ion logam  $Hg^{2+}$  60 mmg/L dengan 0,1 g biomassa daun enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) selama 60 menit pada variasi pH 2; 3; 4; 5; 6; 6,4; 6,7; 7 dan 8. sebagai kontrol dibuat larutan kotrol untuk mengetahui kelarutan  $Hg^{2+}$  pada berbagai pH. Penentuan kapasitas adsorpsi, konstanta adsorpsi dan energi adsorpsi, dilakukan dengan cara menginteraksikan biomassa daun enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan ion logam  $Hg^{2+}$  dengan variasi konsentrasi 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 dan 150 mmg/L selama 60 menit pada pH optimum. Data hasil percobaan kemudian diolah menggunakan persamaan isothermis Langmuir dan Freundlich. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum adsorpsi adalah 6. Isothermis adsorpsi merkuri(II) pada biomassa daun enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) mengikuti persamaan isothermis Langmuir dengan nilai  $R^2 = 0,982$ , dari persamaan isothermis Langmuir didapatkan kapasitas adsorpsi ( $X_m$ ) sebesar  $4,806 \times 10^{-5}$  mol/gr dengan konstanta adsorpsi ( $K$ ) 27130,85 L/mol dan energi adsorpsi ( $E$ ) sebesar 25,46079 kJ/mol.*

**Kata kunci :** Merkuri, Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*), pH Optimum,

### 1. PENDAHULUAN

Keberadaan Merkuri di lingkungan perairan umumnya berasal dari limbah industri pertambangan emas, pengeboran minyak dan lain-lain. Adanya merkuri di lingkungan akan membahayakan kesehatan manusia. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang

kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, merkuri ini akan bertindak sebagai penyebab alergi, mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia. Merkuri dapat masuk dalam tubuh melalui kulit, pernapasan dan pencernaan (Widiyatna, 2005). Melihat dampak yang

ditimbulkan oleh merkuri, maka pemerintah dalam PP82/2001 menetapkan ambang batas maksimum merkuri dalam air yaitu 0,001 mg/L (Arisandi, 2004).

Adsorpsi merupakan metode yang paling umum dipakai karena memiliki konsep yang lebih sederhana dan juga ekonomis. Pada proses adsorpsi yang paling berperan adalah adsorben. Dewasa ini telah dikembangkan metode adsorpsi dengan menggunakan biomassa tumbuhan yang dikenal dengan fitofiltrasi. Dasar pemikiran dari fitofiltrasi adalah dengan menggunakan biomassa tumbuhan yang telah mati sebagai pengikat ion logam (Gamez., *et al.*, 1999). Metode adsorpsi menggunakan biomassa, selain murah merupakan metode yang efektif dalam mengikat ion logam berat, baik anionik maupun kationik, bahkan pada konsentrasi ion logam yang sangat rendah.

Proses adsorpsi ion logam menggunakan biomassa tumbuhan dipengaruhi oleh pH (Gardea Toresdey., *et al.*, 1996; Dokken., *et al.*, 1999) efisiensi adsorpsi optimum untuk ion logam kationik terjadi pada pH 5-6 sedangkan adsorpsi optimum untuk logam anionik pada pH 2 sehingga biomassa dapat digunakan untuk memisahkan ion logam kationik dan anionik.

Biomassa enceng gondok memiliki kandungan protein, hal ini dibuktikan dengan kandungan N total dalam enceng gondok segar sebesar 0,28 % (Hernowo, 1999). Protein dan polisakarida memegang peranan yang sangat penting dalam proses biosorpsi ion logam berat dimana ikatan kovalen juga terjadi dengan gugus amino dan grup karbonil (Suhendrayatna, 2004). Sehingga diduga bahwa enceng gondok juga memiliki kemampuan dalam mengikat ion logam. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji kemampuan biomassa daun enceng gondok dalam mengadsorpsi ion logam merkuri(II). Dalam penelitian ini akan dikaji penentuan kapasitas adsorpsi, energi adsorpsi, konstanta adsorpsi dan penentuan pH optimum terhadap adsorpsi merkuri(II).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Persiapan Biomassa Daun Enceng Gondok

Tanaman enceng gondok yang diperoleh dipisahkan dari tanahnya dan dicuci. Bagian daun dipisahkan dari akar dan batangnya. Daun enceng gondok dikeringkan dengan oven pada suhu 90 °C sampai diperoleh berat konstan. Sampel yang telah kering kemudian ditumbuk sampai halus dan kemudian disaring dengan ayakan berukuran 120 mesh, kemudian sampel yang lolos disaring kembali dengan ayakan ukuran 150 mesh. Sampel yang digunakan adalah sampel yang tertinggal pada ayakan yang berukuran 150 mesh. Sampel dicuci dengan HCl 0,01 M untuk melarutkan logam-logam, kemudian dicuci dengan aquades hingga netral. Sampel dikeringkan dengan oven pada suhu 50-60 °C sampai diperoleh berat konstan.

### 2.2 Penentuan Pengaruh Variasi pH dan pH Optimum Terhadap Adsorpsi Merkuri oleh Biomassa Daun Enceng Gondok (Gardea-Torresdey, 1997).

Sampel biomassa 0,1 g dimasukkan dalam erlemeyer 100 ml. Sebanyak 25 ml larutan merkuri 60 mg/L pH 2, dimasukkan dalam erlemeyer yang berisi biomassa kemudian dikocok menggunakan shaker selama 60 menit dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 27 °C kemudian suspensi disaring dengan menggunakan kertas saring, selanjutnya konsentrasi merkuri sisa ditentukan menggunakan AAS. Perlakuan diulang dengan prosedur yang sama untuk pH 3; 4; 5; 6; 6,4; 6,7; 7 dan 8.

### 2.3 Pembuatan Larutan Kontrol

Larutan merkuri 25 ml pH 2 dianalisis dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom (AAS). Perlakuan diulang dengan prosedur yang sama untuk pH 3; 4; 5; 6; 6,4; 6,7; 7 dan 8.

**2.4 Penentuan Kapasitas Adsorpsi, Konstanta Adsorpsi dan Energi Adsorpsi Merkuri oleh Biomassa Daun Enceng Gondok (Mohadi, 2004).**

Sampel biomassa 0,1 g dimasukkan ke dalam erlemeyer 100 ml. Kemudian ditambahkan 25 ml larutan merkuri dengan variasi konsentrasi 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 dan 150 mmg/L dengan pH optimum pada percobaan (3.5.2) dan dikocok menggunakan shaker selama 60 menit dengan kecepatan 60 rpm pada suhu 27 °C, kemudian supernatan yang dihasilkan disaring dengan kertas saring dan dianalisis konsentrasi merkuri sisa dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS).

**2.5 Teknik Pengumpulan Data**

Data konsentrasi merkuri teradsorpsi diperoleh melalui pengurangan konsentrasi awal dengan konsentrasi sisa dimana konsentrasi sisa dari tiap-tiap perlakuan didapatkan dengan menggunakan spektroskopi serapan atom (AAS). Data absorbansi yang didapatkan ditentukan nilai konsentrasinya dengan membuat kurva standar antara absorbansi versus konsentrasi yang telah diketahui yaitu 0,5; 1; 50; dan 150 sehingga didapatkan persamaan garis  $y = ax$ .

**2.6 Analisis Data**

**2.6.1 Analisa Pengaruh Variasi pH terhadap Adsorpsi Merkuri pada Biomassa Daun Enceng Gondok**

Data yang diperoleh berupa konsentrasi teradsorpsi diuji dengan uji ANAVA tunggal (dengan selang kepercayaan  $\alpha = 0,05$ ) untuk mengetahui pengaruh variasi pH terhadap adsorpsi merkuri pada biomassa daun enceng gondok, apabila :

- $F_{hitung} \geq F_{tabel}$  maka perlakuan variasi pH terdapat pengaruh sehingga  $H_0$  ditolak berarti terdapat pengaruh pada variasi pH terhadap adsorpsi merkuri pada biomassa daun enceng gondok dan dilanjutkan dengan uji BNT.

- $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  maka diantara perlakuan tidak terdapat pengaruh sehingga  $H_0$  diterima.

Dimana :

$H_0$  (hipotesis awal) adalah tidak ada pengaruh pada perlakuan variasi pH terhadap adsorpsi merkuri pada biomassa daun enceng gondok.

$H_1$  (hipotesis alternatif) adalah terdapat pengaruh pada perlakuan variasi pH terhadap adsorpsi merkuri pada biomassa daun enceng gondok.

**2.6.2 Penentuan pH Optimum**

Secara statistik uji BNT digunakan untuk mengetahui pH optimum adsorpsi merkuri pada biomassa daun enceng gondok. Ini dilakukan apabila hasil ANAVA tunggal terdapat pengaruh, kemudian hasil pH optimum dari uji BNT dikonfirmasi dengan hasil pengamatan terhadap larutan kontrol dan teori.

**2.6.3 Penentuan Kapasitas Adsorpsi, Konstanta Adsorpsi dan Energi Adsorpsi Merkuri oleh Biomassa Daun Enceng Gondok.**

Isotermis adsorpsi merkuri pada biomassa enceng gondok diduga memiliki kecenderungan mengikuti salah satu persamaan isotermis adsorpsi Langmuir atau Freundlich. Kecenderungan iniditentukan oleh oleh nilai  $R^2$  (*koefisien determinasi*), persamaan isotermis yang memiliki nilai  $R^2$  mendekati 1 maka persamaan itu bersesuaian dengan isotermis adsorpsi merkuri pada biomassa enceng gondok.

**2.6.4 Isotermis Adsorpsi Langmuir**

$$Q_e = \frac{X_m K C_e}{(1 + K C_e)} \dots\dots\dots(1)$$

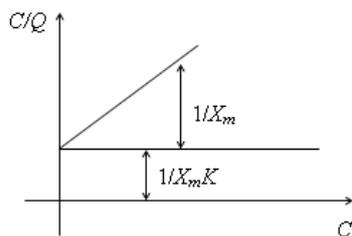
Dimana:

$Q_e$  = Banyaknya merkuri yang terserap per satuan berat biomassa (mol/g)

$C_e$  = Konsentrasi merkuri pada saat kesetimbangan (mol/L)  
 $X_m$  = Kapasitas adsorpsi maksimum (mol/g)  
 $K$  = Konstanta Langmuir (L/mol)

Persamaan di atas dapat disusun secara linear menjadi:

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{X_m K} + \frac{C_e}{X_m} \dots\dots\dots (2)$$



Sehingga dari Grafik diatas didapatkan sebuah persamaan garis:

$$y = ax + b \text{ dimana } a = 1/X_m \text{ dan } b = 1/X_m K$$

Data  $K$  yang diperoleh dari persamaan regresi linier digunakan untuk menghitung energi adsorpsi dengan rumus  $E_{ads} = RT \ln K$ , dengan  $R$  adalah tetapan gas ideal (8,314 J/Kmol),  $T$  adalah temperatur (dalam Kelvin), dan  $K$  adalah konstanta keseimbangan adsorpsi.

**2.6.5 Isotermis Adsorpsi Freundlich**

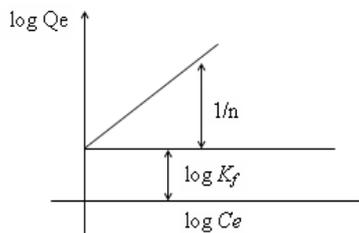
$$Q_e = K_f C_e^{1/n} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

$Q_e$  = Banyaknya merkuri yang terserap per satuan berat biomassa (mol/g)  
 $C_e$  = Konsentrasi merkuri pada saat kesetimbangan (mol/L)  
 $n$  = Kapasitas adsorpsi maksimum (mol/g)  
 $K_f$  = Konstanta Freundlich (L/mol)

Persamaan di atas dapat disusun secara linear menjadi:

$$\text{Log } Q_e = \log K_f + 1/n \log C_e$$



Sehingga dari Grafik diatas didapatkan sebuah persamaan garis:

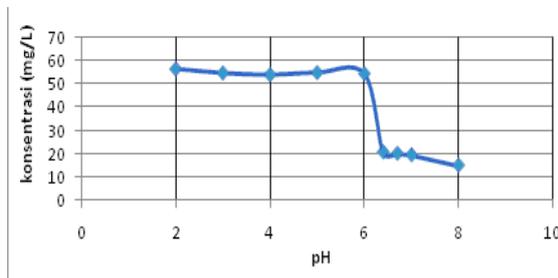
$$y = ax + b \text{ dimana } a = 1/n \text{ dan } b = \log K_f$$

Data  $K$  yang diperoleh dari persamaan regresi linier digunakan untuk menghitung energi adsorpsi dengan rumus  $E_{ad s} = RT \ln K$ , dengan  $R$  adalah tetapan gas ideal (8,314 KJ/mol),  $T$  adalah temperatur (dalam Kelvin), dan  $K$  adalah konstanta keseimbangan adsorpsi.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Pengaruh Variasi pH terhadap Kelarutan Merkuri(II)**

Penentuan pengaruh variasi pH terhadap kelarutan merkuri(II) bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat ion merkuri(II) pada berbagai pH.



Gambar 1. Pengaruh variasi pH terhadap kelarutan merkuri (II)

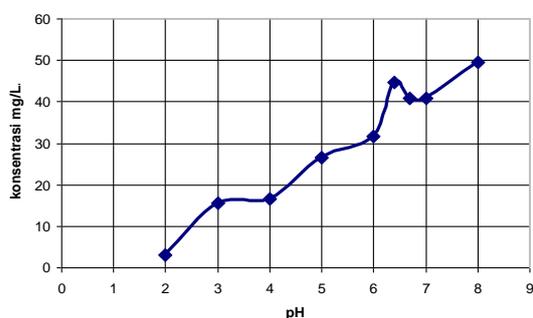
Hasil penelitian yang tersaji pada Gambar menunjukkan bahwa  $Hg^{2+}$  dari senyawa  $HgCl_2$  tetap larut dan stabil hingga pH 6, pada pH lebih tinggi logam  $Hg^{2+}$  mengendap menjadi  $HgO$  dengan reaksi:



Reaksi ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh Yong Cai (2001) bahwa penambahan OH<sup>-</sup> pada larutan Hg<sup>2+</sup> menghasilkan endapan HgO yang berwarna merah kekuningan dengan kelarutan dalam air sebesar 0,0053 mg/L.

### 3.2 Pengaruh Variasi pH terhadap Adsorpsi Merkuri(II) pada Biomassa Daun Enceng Gondok

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh variasi pH terhadap adsorpsi merkuri(II) pada biomassa daun enceng gondok didapatkan adanya kenaikan adsorpsi akibat pengaruh kenaikan pH. Data penentuan pengaruh variasi pH terhadap adsorpsi merkuri(II) pada biomassa daun enceng gondok. Pengaruh naiknya pH terhadap peningkatan adsorpsi merkuri(II) pada biomassa daun enceng gondok dapat dilihat pada Gambar 2.



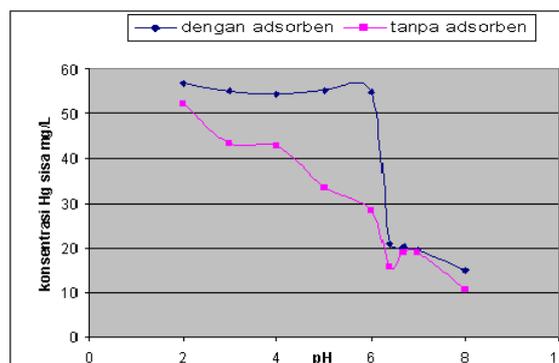
Gambar 2. Pengaruh naiknya pH terhadap peningkatan adsorpsi merkuri (II)

Gambar di atas menjelaskan bahwa adsorpsi merkuri(II) oleh biomassa daun enceng gondok dipengaruhi oleh pH larutan, semakin tinggi pH larutan maka semakin besar konsentrasi merkuri(II) yang teradsorpsi oleh biomassa daun enceng gondok.

### 3.3 Penentuan pH Optimum

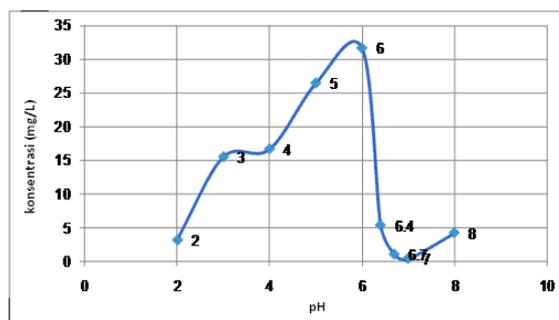
Informasi yang diperoleh dari penelitian pengaruh pH terhadap kelarutan merkuri(II) kemudian dibandingkan dengan data hasil penentuan pengaruh pH terhadap adsorpsi merkuri(II) oleh biomassa daun enceng

gondok, Grafik perbandingan dapat dilihat di bawah ini :



Gambar. 3 Perbandingan pengaruh pH terhadap kelarutan merkuri (II) dengan pengaruh pH terhadap adsorpsi merkuri (II)

Berdasarkan data perbandingan di atas diperoleh grafik adsorpsi merkuri oleh biomassa daun enceng gondok sebelum terjadinya proses pengendapan.



Gambar 4. Adsorpsi merkuri oleh biomassa sebelum terjadi pengendapan

Pada Gambar diperoleh pH optimum adsorpsi merkuri(II) oleh biomassa daun enceng gondok adalah 6, karena pada pH 6 keadaan merkuri(II) belum mengendap menjadi HgO dan gugus-gugus fungsional yang terdapat di dalam biomassa daun enceng gondok sudah mengalami deprotonasi sehingga interaksi antara ion logam Hg<sup>2+</sup> dengan gugus-gugus aktif pada biomassa dapat terjadi secara optimum.

### 3.4 Interaksi Antara Biomassa Daun Enceng Gondok dengan Ion Logam Merkuri(II)

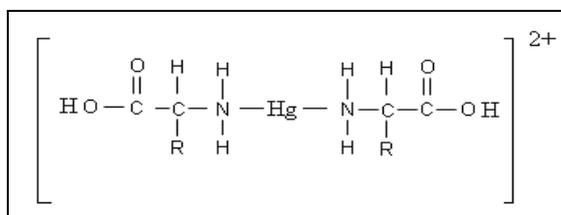
Dugaan dalam penelitian ini adalah bahwa situs-situs aktif yang terdapat pada biomassa daun enceng gondok merupakan protein yang mempunyai satuan-satuan asam amino sebagai penyusunnya. Interaksi antara  $Hg^{2+}$  dan adsorben biomassa daun enceng gondok terjadi karena adanya gaya elektrostatis antara muatan negatif adsorben yang bertindak sebagai situs aktif dengan muatan positif dari ion logam.

Efektifitas interaksi antara ion logam dengan senyawa asam amino sangat tergantung terhadap spesiasi gugus yang dikandungnya dalam larutan. Gugus fungsional  $-COOH$  akan terdeprotonasi menjadi  $-COO^-$  yang nantinya akan digunakan untuk berikatan dengan logam  $Hg^{2+}$ .

Ikatan yang terjadi antara ion logam dengan biomassa organik menurut Narsito (2006) mempunyai empat kemungkinan yaitu pertukaran ion (lemah dan kuat), ikatan hidrogen, ikatan kompleks dan pemerangkapan.

#### a. Mekanisme Pertukaran Ion

Mekanisme pertukaran kation berlangsung ketika terjadi pertukaran kation yang terdapat pada biomassa dengan logam yang bermuatan. Gambar 4.6 menyajikan perkiraan mekanisme pertukaran kation. Pada mekanisme ini terjadi pertukaran kation  $Hg^{2+}$  menggantikan ion  $H^+$ .



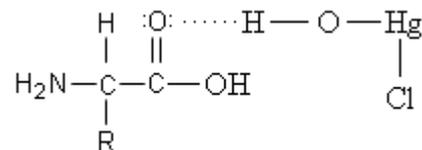
Gambar 5. Mekanisme Dugaan Pertukaran Ion Antara Biomassa dengan  $Hg^{2+}$

Mekanisme pertukaran ion ini terjadi pada saat gugus-gugus karboksilat ( $COOH$ ) pada asam-asam amino mengalami deprotonasi akibat hadirnya ion hidroksida ( $OH^-$ ), sehingga gugus karboksilat berubah menjadi bermuatan

negatif ( $COO^-$ ) yang sangat reaktif untuk berikatan dengan  $Hg^{2+}$ .

#### b. Mekanisme Ikatan Hidrogen

Mekanisme pembentukan ikatan hidrogen memberikan peran yang sangat besar, karena logam  $Hg^{2+}$  berada dalam keadaan terkomplekskan dengan  $OH^-$ . Ikatan hidrogen terjadi antara dua atom yang memiliki elektronegatifitas yang tinggi dengan hidrogen yang bersifat protolitik. Oleh sebab itu adsorpsi logam  $Hg^{2+}$  pada biomassa dalam medium air, mekanisme pembentukan ikatan hidrogen diperkirakan memberi kontribusi terbesar. Mekanisme yang terjadi dapat diperkirakan seperti pada Gambar 6 berikut:



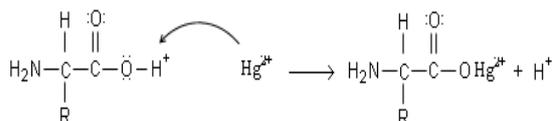
Gambar 6. Mekanisme Dugaan Ikatan Hidrogen antara Biomassa dengan  $Hg^{2+}$

Interaksi yang mungkin terjadi pada proses adsorpsi merkuri(II) oleh biomassa daun enceng gondok adalah ikatan hidrogen, hal ini disebabkan spesiasi  $Hg^{2+}$  dari  $HgCl_2$  pada pelarut air berbentuk  $Hg(OH)Cl$  (Cotton, 1989), sehingga pengikatan merkuri(II) oleh biomassa bukan hanya terjadi pada atom logamnya saja akan tetapi juga dimungkinkan berikatan dengan atom H pada gugus  $-OH$  dengan ikatan hidrogen.

#### c. Mekanisme Ikatan Kompleks

Mekanisme pembentukan senyawa kompleks antara logam  $Hg^{2+}$  dengan biomassa sangat mungkin terjadi, karena ion  $Hg^{2+}$  memiliki bilangan koordinasi 4 akan tetapi meskipun merkuri(II) memiliki bilangan koordinasi 4, dua ikatan terkadang lepas sehingga ligan yang terikat hanya 2, bentuk kompleksnya linear (Paul Larkin, 1965). Dugaan pembentukan ikatan kompleks antara biomassa dengan  $Hg^{2+}$  diperkirakan seperti

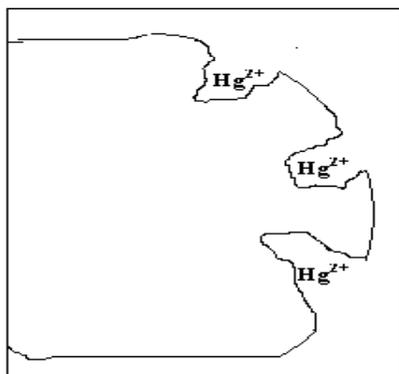
pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7. Mekanisme Dugaan Ikatan Kompleks antara Biomassa dengan

#### d. Mekanisme Pemerangkapan

Mekanisme pemerangkapan terjadi pada saat molekul adsorbat (merkuri(II)) terperangkap didalam adsorben (biomassa). Proses ini tidak melibatkan interaksi kimia atau tidak terjadi perubahan sifat kimia dari masing-masing komponen. Logam yang terperangkap akan sangat mudah untuk dilepaskan. Dugaan interaksi pemerangkapan seperti pada Gambar 8 berikut:



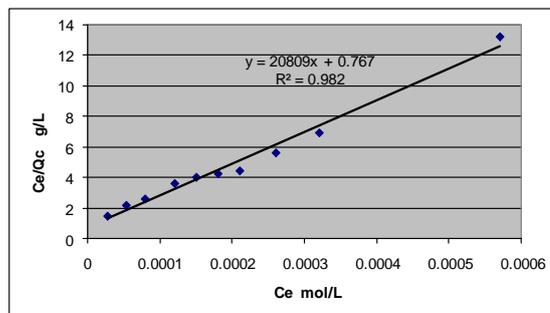
Gambar 8. Mekanisme Pemerangkapan

Dugaan interaksi pada pH 2 antara biomassa dengan merkuri(II) adalah pemerangkapan, dimana merkuri(II) hanya terperangkap dalam pori-pori biomassa dan tidak terjadi interaksi akibat perbedaan muatan. Titik isoelektrik asam amino terendah adalah 2,98 yang dimiliki oleh asam aspartat, sehingga pada pH 2 dapat diperkirakan tidak ada gugus aktif pada asam amino yang terdeprotonasi.

#### 3.4.1 Isotermis Adsorpsi Merkuri(II) oleh Biomassa Daun Enceng Gondok

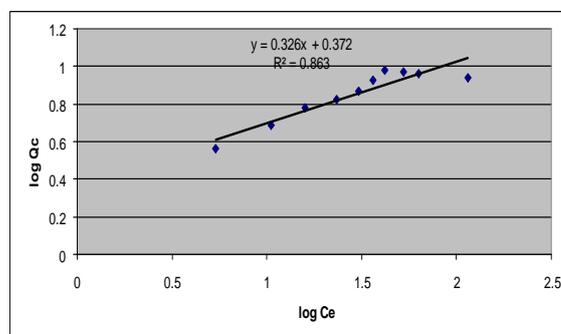
Sifat adsorpsi yang terjadi dapat diketahui dengan mengujinya terhadap

persamaan linier isotermis adsorpsi Langmuir dan persamaan isotermis Freundlich. Penentuan isotermis Langmuir dapat diperoleh dengan membuat hubungan antara  $C_e$  dengan  $C_e/Q_c$ . Grafik persamaan isotermis Langmuir ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Persamaan Isotermis Adsorpsi Langmuir

Penentuan isotermis adsorpsi Freundlich dapat diperoleh dengan membuat hubungan antara  $\log C_e$  dan  $\log Q_c$ . Grafik persamaan isotermis adsorpsi Freundlich ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Persamaan Isotermis Adsorpsi Freundlich

Analisis regresi dilakukan untuk menentukan konstanta kesetimbangan adsorpsi, kapasitas adsorpsi dan energi adsorpsi. Energi adsorpsi dapat ditentukan melalui persamaan  $E = RT \ln K$ . Perbandingan data isotermis adsorpsi Langmuir dan Freundlich ditunjukkan pada Tabel 4.5

Penentuan isotermis adsorpsi Langmuir atau Freundlich dapat diketahui dengan cara melihat nilai  $R^2$ . Isotermis adsorpsi merkuri(II) pada biomassa daun enceng gondok mengikuti

Tabel 4.5. Perbandingan Data Isotermis Adsorpsi Langmuir dan Freundlich

Isotermis adsorpsi Langmuir				Isotermis adsorpsi Freundlich			
K (L/mol)	E (kJ/mol)	R <sup>2</sup>	X <sub>m</sub> (mol/g)	K (L/mol)	E (kJ/mol)	R <sup>2</sup>	N (mol/g)
27130,85	25,46079	0,982	4,806 x 10 <sup>-5</sup>	2,355	2,13628	0.863	3,067

persamaan yang mempunyai nilai R<sup>2</sup> mendekati 1. Hasil perbandingan nilai R<sup>2</sup>, menunjukkan bahwa persamaan isotermis Langmuir memiliki nilai R<sup>2</sup> lebih mendekati 1 yaitu 0,982 dari pada persamaan isotermis Freundlich 0,863, sehingga dapat disimpulkan bahwa adsorpsi merkuri(II) pada biomassa daun enceng gondok mengikuti persamaan adsorpsi Langmuir dengan kapasitas adsorpsi 4,806 x 10<sup>-5</sup> mol/g dan energi adsorpsi sebesar 25,46709 kJ/mol.

Energi yang diperoleh dari persamaan isotermis adsorpsi Langmuir menunjukkan bahwa ikatan yang terjadi antara situs-situs aktif pada biomassa daun enceng gondok merupakan ikatan kemisorpsi menurut penelitian Mohadi (2004) energi 25,22 kJ/mol merupakan energi untuk ikatan kemisorpsi, sehingga dari keempat interaksi yang dijelaskan oleh Narsito yang lebih berperan pada adsorpsi merkuri(II) pada biomassa daun enceng gondok adalah ikatan pertukaran ion.

Isotermis Langmuir mengasumsikan bahwa situs-situs aktif yang terdapat pada permukaan adsorben adalah homogen dimana situs aktif, energi dan jenis ikatan yang terjadi adalah sama, interaksi ikatan antara adsorben dan adsorbat terjadi pada lapisan pertama pada permukaan adsorben sehingga ikatan yang terjadi adalah ikatan kuat (ikatan kemisorpsi) antara situs aktif dengan Hg<sup>2+</sup> (monolayer). Meskipun mengikuti persamaan isotermis adsorpsi Langmuir kondisi situs aktif yang terkandung di dalam biomassa daun enceng gondok beragam sehingga energi ikatan yang terjadi juga beragam.

Konstanta keseimbangan (K) adalah suatu ketetapan pada saat terjadi keseimbangan dalam proses reaksi yang menunjukkan

aktifitas reaksi pada saat keseimbangan, pada penelitian ini nilai K adalah 27130,85 L/mol dimana nilai ini cukup tinggi untuk dapat disimpulkan bahwa keseimbangan yang terjadi lebih cenderung terhadap hasil reaksi atau dapat dikatakan bahwa ion merkuri(II) banyak yang berinteraksi dengan situs-situs aktif pada biomassa.

#### 4. KESIMPULAN

- a. Variasi pH berpengaruh terhadap deprotonasi gugus-gugus aktif pada biomassa daun enceng gondok sehingga pada pH yang berbeda gugus aktif biomassa membentuk spesiasi yang berbeda. Pada pH 2 gugus aktif pada biomassa belum terdeprotonasi dan interaksi yang terjadi adalah pemerangkapan, pada pH 3 dan 4 tidak terjadi peningkatan karena pada pH ini diperkirakan situs aktif pada biomassa belum terdeprotonasi sempurna. Pada pH 4 hingga 6 terjadi peningkatan adsorpsi karena pada rentang pH ini sudah banyak situs aktif yang terdeprotonasi, pada pH di atas 6 adsorpsi merkuri berkurang karena keadaan merkuri telah mengendap menjadi HgO.
- b. pH 6 merupakan pH optimum adsorpsi merkuri pada biomassa daun enceng gondok.
- c. Adsorpsi merkuri oleh biomassa daun enceng gondok mengikuti persamaan isotermis adsorpsi Langmuir dengan kapasitas adsorpsi (X<sub>m</sub>) 4,806 x 10<sup>-5</sup> mol/gr, energi adsorpsi (E<sub>ads</sub>) 25,46079 kJ/mol dan konstanta adsorpsi (K) 27130,85 mol/L. Interaksi yang antara biomassa dengan merkuri adalah interaksi kemisorpsi.

## 5. Saran

- a. Dalam penelitian ini masih perlu penelitian lanjutan tentang jenis-jenis ikatan yang terjadi pada interaksi biomassa dengan ion logam merkuri seperti yang dilakukan oleh Narsito (2006) sehingga interaksi yang terjadi dapat benar-benar diketahui.
- b. Sebagai insan ulul albab kita perlu melakukan penelitian-penelitian yang mampu mengintegrasikan Al-Qur'an terhadap ilmu pengetahuan, sehingga apa yang terkandung dalam Al-Qur'an dapat diungkap secara ilmiah dan rasional.

Narsito, Roy Andreas, Sri noegrohati, 2007, *Karakteristik Adsorpsi Tembaga (II) Pada Humin Dalam Medium Air Tawar*.

Suhendrayatna, 2004, *Bioremoval Logam Berat Dengan Menggunakan Mikroorganisme*.

<http://www.std.ryu.titech.ac.jp/-indonesia/zoa/paper/html/papersuhendrayatna.html>, diakses tanggal 30 Juni 2007.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, 2004, *Standar Kualitas Air*, air.bappenas.go.id/modules/doc/pdf\_download.php?prm\_download\_id=627&sbf=9&prm\_download\_table=2, diakses tanggal 30 Juni 2007.
- Budiono, A., 2003, *Pengaruh Pencemaran Merkuri Terhadap Biota Air*, Institut Pertanian Bogor, [www.rr.ualberta.ca/Research/Land\\_Recl\\_Remed\\_Restor/index.asp](http://www.rr.ualberta.ca/Research/Land_Recl_Remed_Restor/index.asp), diakses tanggal 30 Juni 2007.
- Cay. Y., 2001, *Mercury Contaminated Material Decontamination methods: Investigation and Assessment*, U.S. Departement Of Energy; Miami, pp.9.
- Gardea-Torresdey, J.L., J.H. Gonzalez, K.J. Tiemann, O. Rodriguez, and G. Gamez, 1998, "Phytofiltration of Hazardous Cadmium, Chromium, Lead, and Zinc by Biomass of *Mrdicago sativa* (Alfalfa)", *J. of Hazardous Materials*, 57, pp. 29-39.
- Hernowo S., Sipon muladi, 1999, *Kajian Eceng Gondok Sebagai Bahan Baku Industri dan Penyelamatan Lingkungan Hidup di Daerah Perairan*. Fakultas Kehutanan Mulawarman, Samarinda.
- Mohadi. R, 2004, *Tesis Immobilisasi Asam Humat Pada Kitin Dan Aplikasinya Untuk Adsorpsi Ag (I) Dalam Medium Air*, UGM, Yogyakarta.