

## IMPREGNATION OF 2-MERCAPTOBENZOTHIAZOLE ON DIATOMACEOUS EARTH AND ITS APPLICATION AS MERCURY(II) ADSORBEN IN AQUEOUS MEDIUM

### *Impregnasi 2-Merkaptobenzotiazol pada Tanah Diatomeae dan Pemanfaatannya sebagai Adsorben Raksa(II) dalam Medium Air*

AGUNG PURWANTO

Chemistry Department, Faculty of Mathematic and Natural Science, UNJ Indonesia

NARSITO

Chemistry Department, Faculty of Mathematic and Natural Science, UGM, Yogyakarta

#### ABSTRACT

An adsorbent was prepared by impregnating 2-mercaptobenzo-thiazole onto polystyrene treated diatomaceous earth support. This adsorbent was then applied to adsorb mercury(II) in aqueous medium. The mercury(II) adsorption characteristics of the adsorbent was studied by the use of the original diatomaceous earth as reference.

Interaction of mercury(II) and both of diatomaceous earth as well as MBT-diatomaceous were performed in a aqueous batch system to include the following parameters: (a) medium acidity and (b) mercury(II) adsorption characteristic on MBT-diatomaceous with and without the present of other metal ions.

In the present work quantification of mercury(II) adsorption was done by determining the mercury concentration left in the solution after adsorption. A cold vapour-generation atomic absorption spectroscopy technic was used in this determination.

The experiment results show, that the adsorption affinity of MBT-diatomaceous is higher than the original diatomaceous earth. The total adsorption energy of mercury(II) for diatomaceous earth (24.702 kJ/mol) and MBT-diatomaceous (46.942 kJ/mol) suggest that the interaction is chemisorption. The mercury(II) maximum adsorption on diatomaceous earth is obtained at pH 6, while similar adsorption on MBT-diatomaceous practically was not influenced by pH changes. The present of other metals, i.e. Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Cd(II) and Zn(II) in solution does not give any appreciable influence to the adsorption affinity of MBT-diatomaceous to mercury(II); the total sum of the mercury(II) adsorbed is constantly high, almost 100 %.

Keyword: Impregnation, MBT-diatomaceous, adsorption, mercury(II)

#### PENDAHULUAN

Perhatian para ahli terhadap pengendalian dan pengolahan limbah logam berat belakangan ini semakin berkembang, antara lain dengan upaya pencarian metoda-metoda yang efektif.

Diantara sekian banyak macam bahan yang dapat menimbulkan masalah serius adalah tersebarinya senyawa raksa ke lingkungan. Berbagai upaya untuk mengadsorpsi senyawa raksa dari larutan telah dilakukan, antara lain oleh Semu, dkk. [1] dengan menggunakan tanah tropis, Saadi [2] dengan menggunakan gambut, dan Filho dkk. [3] menggunakan adsorben MBT-(lempung).

Dalam penelitian ini dipelajari kemampuan kuantitatif MBT yang diimpregnasikan pada tanah *diatomeae* (MBT-(*diatomeae*)) untuk mengadsorpsi raksa(II) dalam medium air.

#### METODOLOGI

##### Pembuatan adsorben MBT-(*diatomeae*)

Dibuat berdasarkan metode Filho, dkk. [3]. Kedalam erlenmeyer yang berisi 60 gram tanah *diatomeae* ditambahkan 100 mL asam sulfat 6 M dan 100 mL KMnO<sub>4</sub> 0,5 M, kemudian dipanaskan 80 °C selama 4 jam sambil digoyang. Selanjutnya dicuci dan di oven pada temperatur 80 °C selama 12 jam. Segera ditambahkan 100 mL asam sulfat 6 M dan dipanaskan 80 °C selama 5 jam sambil digoyang. Hasilnya dicuci dan di oven 80 °C selama 12 jam. Selanjutnya ditambahkan 150 mL HCl 6 M dan dipanaskan 80 °C selama 3 jam sambil digoyang. Kemudian dicuci dan di oven 80 °C selama 12 jam. Hasil yang diperoleh diambil 50 gram dan dicelupkan ke dalam

150 mL kloroform berisi polistirena (0,25, w/v%) sambil diaduk rata. Selanjutnya solven diuapkan. Hasilnya dicelupkan ke dalam 75 mL larutan aseton berisi MBT (8, w/v%) sambil diaduk rata. Kemudian solven diuapkan. Selanjutnya segera dicuci dan dikeringkan pada temperatur 80 °C. Hasil yang diperoleh disebut sebagai adsorben MBT-(*diatomeae*).

#### Adsorpsi raksa(II) pada tanah *diatomeae* dan MBT-(*diatomeae*)

Dibuat seri larutan yang mengandung raksa(II) dengan konsentrasi 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 400 mg/L. Sebanyak 25 mL larutan tersebut masing-masing dimasukkan kedalam erlenmeyer yang telah berisi 0,5 gram tanah *diatomeae*. Adsorpsi dilakukan dalam sistem *batch-shaker* selama 4 jam. Supernatan disaring, kemudian diukur konsentrasi raksa(II) dengan menggunakan AAS. Hal yang sama dilakukan dengan menggunakan adsorben MBT-(*diatomeae*).

#### Pengaruh pH

Dibuat seri larutan yang mengandung raksa(II) dengan konsentrasi 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 400 mg/L dalam larutan yang pH-nya 2,2; 4; 6; dan 7. Sebanyak 25 mL larutan tersebut masing-masing dimasukkan kedalam erlenmeyer yang telah berisi 0,5 gram tanah *diatomeae*. Selanjutnya dilakukan adsorpsi. Supernatan disaring, kemudian diukur konsentrasi raksa(II)nya. Hal yang sama dilakukan dengan menggunakan adsorben MBT-(*diatomeae*).

#### Pengaruh campuran logam pada adsorpsi raksa(II) oleh MBT-(*diatomeae*)

Untuk keperluan ini, dilakukan pengujian terhadap pengaruh konsentrasi campuran logam dan pH larutan pada adsorpsi raksa(II) oleh MBT-(*diatomeae*).

#### A. Pengaruh konsentrasi campuran logam

Dibuat tiga seri larutan raksa(II) konsentrasi 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 dan 400 mg/L. Seri pertama 25 ml tanpa diberi campuran ion logam; seri ke dua 50 ml dan diberi 50 mg/L campuran ion logam; dan seri ke tiga 50 ml dan diberi 100 mg/L campuran ion logam. Tiap-tiap larutan dimasukkan kedalam erlenmeyer yang berisi 0,5 gram MBT-(*diatomeae*), kemudian dilakukan adsorpsi. Supernatan seri ke dua dan ke tiga diukur kandungan Hg(II), Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II) dan

Cd(II). Supernatan seri pertama yang diukur hanya Hg(II); hal yang sama untuk campuran ion logam 100 mg/L.

#### B. Pengaruh pH

Dibuat dua seri larutan raksa(II) konsentrasi 25, 100, 400 mg/L dalam larutan yang pH-nya 2,2; 6 dan 7. Seri pertama 25 ml tanpa campuran ion logam; seri ke dua 50 ml dan diberi 50 mg/L campuran ion logam. Larutan tersebut dimasukkan kedalam erlenmeyer yang berisi 0,5 gram MBT-(*diatomeae*) untuk proses adsorpsi. Supernatan seri ke dua diukur kandungan Hg(II), Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II) dan Cd(II); sedangkan supernatan seri pertama yang diukur hanya Hg(II).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengaruh Impregnasi MBT pada Kemampuan Adsorpsi terhadap raksa(II)

Percobaan ini bertujuan untuk memperbaiki kemampuan adsorpsi tanah *diatomeae* terhadap raksa(II). Peningkatan kemampuan adsorpsi tersebut dapat dilihat pada hasil percobaan yang disajikan pada Gambar 1, yang menunjukkan bahwa untuk seluruh konsentrasi praktis semua raksa(II) teradsorpsi pada adsorben MBT-(*diatomeae*).

Untuk mengestimasi harga K dan b pada adsorpsi raksa(II) oleh tanah *diatomeae* digunakan persamaan Langmuir,

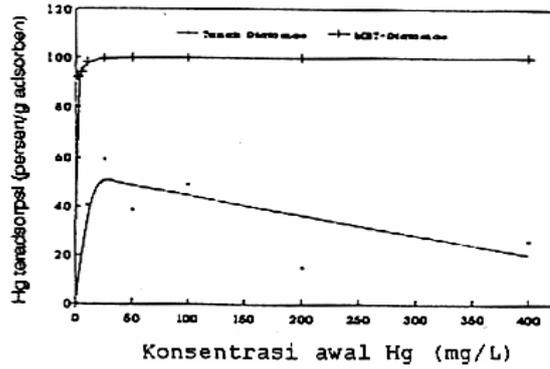
$$\frac{1}{m} = \frac{1}{b} + \frac{1}{bKc} \quad (1)$$

Karena adsorpsi raksa(II) pada MBT-(*diatomeae*) praktis sempurna untuk semua konsentrasi, sehingga estimasi harga tetapan K dan b menggunakan modifikasi persamaan Langmuir (1), yang hasilnya adalah:

$$m = b - \frac{1}{K} \frac{m}{c} \quad (2)$$

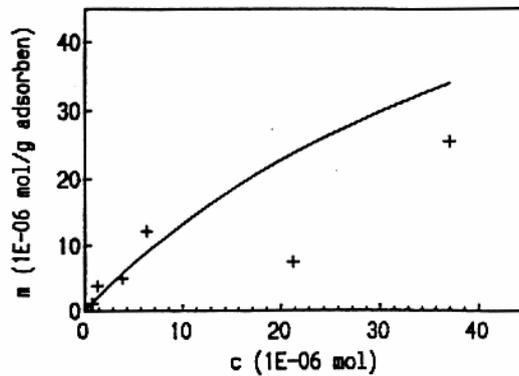
Hasil perhitungan harga-harga parameter K dan b dari kedua persamaan tersebut disajikan pada Tabel 1. Kemudian dihitung m teoritik dengan memasukkan harga K dan b pada persamaan Langmuir,

$$m = \frac{b \cdot Kc}{1 + Kc} \quad (3)$$

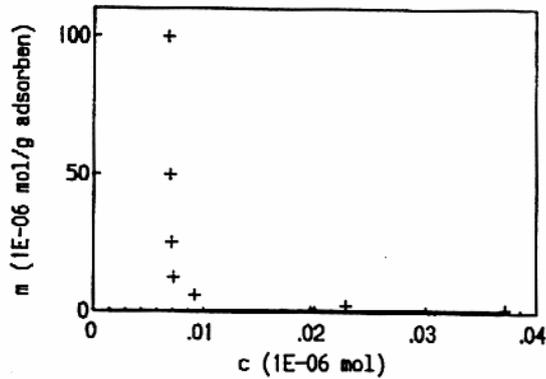


**Gambar 1** Kurva konsentrasi awal vs. persen teradsorpsi adsorpsi untuk isoterm adsorpsi raksa(II) pada: (a) tanah *diatomeae* (b) MBT-(*diatomeae*)

(a) Tanah *diatomeae*



(b) MBT-(*diatomeae*)



**Gambar 2** Plot m percobaan pada kurva isoterm adsorpsi Langmuir pada :  
 (a) adsorpsi raksa(II) oleh tanah *diatomeae*  
 (b) adsorpsi raksa(II) oleh MBT-(*diatomeae*)

**Tabel 1** Harga-harga parameter persamaan Langmuir untuk adsorpsi raksa(II) oleh tanah *diatomeae* dan MBT-(*diatomeae*)

| Adsorben                 | b      |                       | K                    |
|--------------------------|--------|-----------------------|----------------------|
|                          | mg/g   | mol/g                 |                      |
| Tanah <i>diatomeae</i>   | 20,059 | 1,00.10 <sup>-4</sup> | 2,00.10 <sup>4</sup> |
| MBT-( <i>diatomeae</i> ) | 0,238  | 1,19.10 <sup>-6</sup> | 1,49.10 <sup>8</sup> |

**Tabel 2** Energi adsorpsi untuk adsorpsi raksa(II) oleh tanah *diatomeae* dan MBT-*(diatomeae)*

| Adsorben                | K                 | E<br>(kJ/mol) |
|-------------------------|-------------------|---------------|
| Tanah <i>diatomeae</i>  | $2,00 \cdot 10^4$ | 24,701        |
| MBT- <i>(diatomeae)</i> | $1,49 \cdot 10^8$ | 46,942        |

Untuk melihat keberlakuan pola isoterm adsorpsinya, m hasil percobaan di plot pada kurva m teoritik terhadap c; hasilnya disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan data Tabel 1, kapasitas adsorpsi maksimum, b, untuk adsorpsi raksa(II) oleh tanah *diatomeae* diperoleh sebesar 20,059 mg/g. Sedangkan dari hasil percobaan, jumlah raksa(II) yang teradsorpsi belum optimum. Kemungkinan hal ini karena kisaran konsentrasi raksa(II) dalam larutan masih terlalu rendah sehingga belum cukup untuk menjenuhkan situs aktif adsorben dengan molekul-molekul adsorbat. Secara teoritis, kapasitas adsorpsi maksimum (b) sebesar 20,059 mg/g tersebut baru akan tercapai pada konsentrasi kesetimbangan di atas  $1,3 \times 10^5$  mg/L, suatu hal yang cukup fantastik untuk dilakukan.

Pada adsorpsi raksa(II) oleh MBT-*(diatomeae)*, seiring dengan naiknya konsentrasi awal raksa(II), plot m percobaan (Gambar 2b) cenderung berada semakin jauh dari kurva adsorpsinya dengan konsentrasi kesetimbangan yang kecil dan relatif sama. Hal ini berarti bahwa pada semua paparan konsentrasi awal yang diberikan, raksa(II) hampir seluruhnya teradsorpsi oleh MBT-*(diatomeae)*.

Dari hasil perhitungan parameter persamaan langmuir untuk adsorpsi raksa(II) oleh MBT-*(diatomeae)* seperti yang termuat dalam Tabel 1, besarnya harga kapasitas adsorpsinya (b) adalah 0,238 mg/g. Prediksi harga b oleh persamaan Langmuir ini tidak didukung oleh data percobaan. Pada seluruh nilai konsentrasi awal yang digunakan dalam percobaan, jumlah raksa(II) yang teradsorpsi selalu cenderung lebih tinggi dari harga b. Keadaan ini memberikan indikasi ketidaksesuaian penerapan persamaan Langmuir untuk menggambarkan pola isoterm adsorpsi raksa(II) oleh MBT-*(diatomeae)*. Namun demikian, penggunaan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir tetap diperlukan di dalam mem-prediksi besarnya energi adsorpsi yang terjadi.

### Penetapan energi adsorpsi.

Penetapan energi adsorpsi (E) menggunakan persamaan berikut,

$$E = R T \ln K \quad (4)$$

dengan K adalah tetapan adsorpsi. Hasilnya disajikan dalam Tabel 2.

Beberapa literatur memberikan batasan yang berbeda tentang klasifikasi adsorpsi berdasarkan energinya. Menurut Oscik [4], harga energi adsorpsi kimia berkisar antara 80-650 kJ/mol, sedangkan menurut Lynam, dkk. [5] energi adsorpsi kimia berkisar antara 42-420 kJ/mol dan adsorpsi fisika < 42 kJ/mol. Lebih lanjut, Adamson [6] dalam Sonjaya [7] menyatakan bahwa batas minimal energi adsorpsi kimia adalah 20,92 kJ/mol.

Berdasarkan informasi harga energi adsorpsi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa adsorpsi raksa(II) baik oleh tanah *diatomeae* maupun MBT-*(diatomeae)* dapat dikategorikan peristiwa adsorpsi kimia.

### Pengaruh pH.

Dalam penelitian ini, pengaruh pH terhadap adsorpsi raksa(II) oleh tanah *diatomeae* dan MBT-*(diatomeae)* dipelajari dengan cara mengadsorpsi raksa(II) pada suatu seri larutan dengan variasi pH dan konsentrasi. Hasilnya disajikan pada Gambar 3 dan 4.

Gambar 3 memperlihatkan bahwa adsorpsi raksa(II) pada tanah *diatomeae* meningkat dengan naiknya pH, hingga pH 6. Menurut Wilkander (1958), kenaikan ini berkaitan dengan meningkatnya kuantitas muatan negatif pada permukaan adsorben. Adanya pertukaran dengan  $H^+$  pada adsorpsi logam ini juga telah ditunjukkan oleh Basta dan Tabatabai [8]. Akan tetapi pada pH 7 (pH pelarut air), raksa(II) yang teradsorpsi menunjukkan penurunan. Keadaan ini terjadi kemungkinan karena penggunaan pelarut air yang menyebabkan sebagian besar raksa(II) terdapat dalam bentuk molekular  $HgCl_2$ , sehingga adsorpsi yang terjadi relatif kecil; hal ini sesuai

dengan pernyataan Cotton dan Wilkinson [9].

Gambar 4 memperlihatkan bahwa adsorpsi raksa(II) oleh MBT-(*diatomeae*) tidak terpengaruh terhadap besarnya pH larutan. Tingginya afinitas ini sesuai dengan aturan Pearson, karena masing-masing merupakan basa dan asam lunak.

**Pengaruh campuran logam pada adsorpsi raksa(II) oleh MBT-(*diatomeae*)**

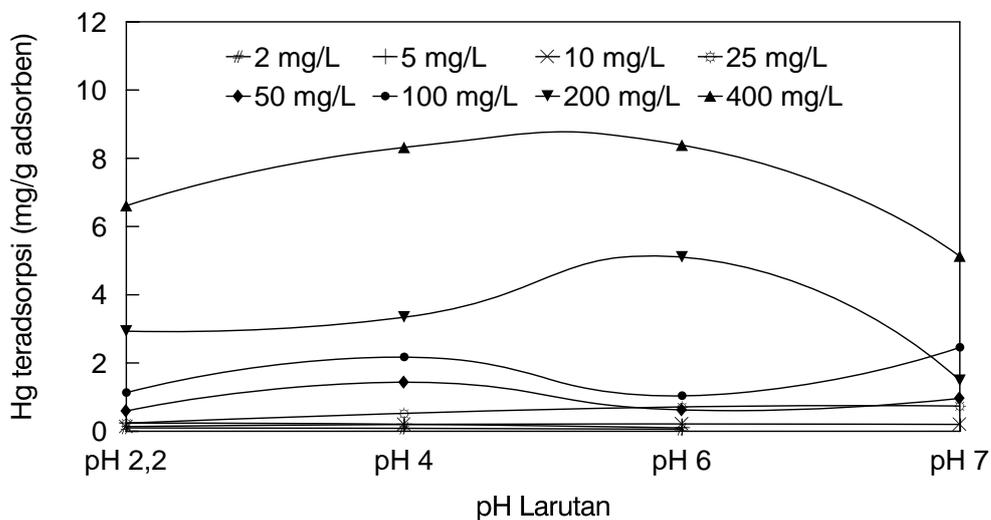
Untuk keperluan ini, dilakukan pengujian terhadap pengaruh keberadaan ion logam lain pada adsorpsi raksa(II) oleh MBT-(*diatomeae*), meliputi pengaruh konsentrasi campuran ion logam dan pengaruh pH larutan.

**A. Pengaruh konsentrasi campuran ion logam**

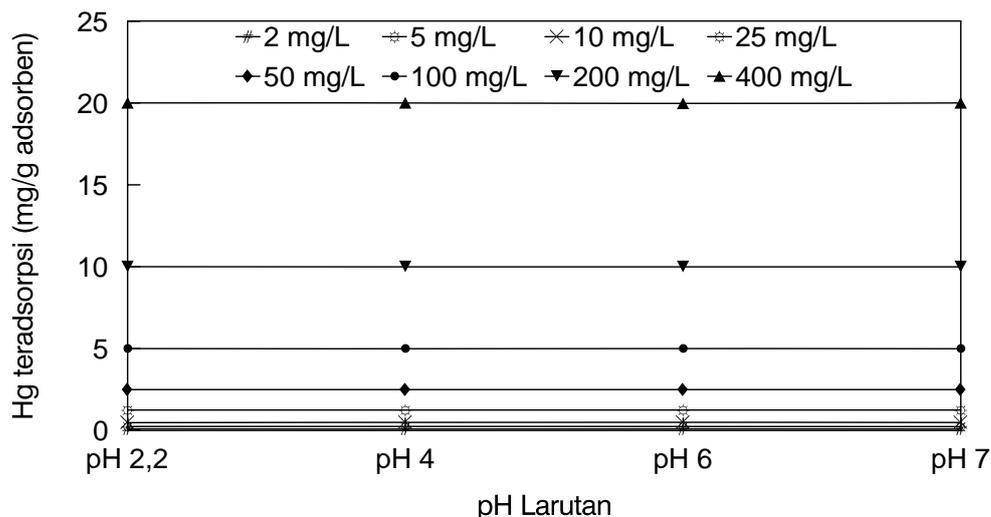
Hasil yang disajikan di dalam lampiran menunjukkan bahwa tingginya kemampuan MBT-(*diatomeae*) untuk mengadsorpsi raksa(II) tidak dipengaruhi oleh keberadaan ion logam lain; jumlah raksa(II) yang teradsorpsi tetap tinggi, yaitu ~100 %.

**B. Pengaruh pH**

Hasil yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan, bahwa nilai pH tidak mempengaruhi kuantitas adsorpsi MBT-(*diatomeae*).



**Gambar 3** Pengaruh pH terhadap adsorpsi raksa(II) oleh tanah *diatomeae*



**Gambar 4** Pengaruh pH terhadap adsorpsi raksa(II) oleh MBT-(*diatomeae*)

**Tabel 3** Pengaruh pH pada adsorpsi raksa(II) oleh MBT-(*diatomeae*) dalam sistem yang berisi campuran ion logam

| pH larutan | Raksa(II) teradsorpsi (%)        |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|            | A <sup>1</sup> )B <sup>1</sup> ) | A <sup>1</sup> )B <sup>2</sup> ) | A <sup>2</sup> )B <sup>1</sup> ) | A <sup>2</sup> )B <sup>2</sup> ) | A <sup>3</sup> )B <sup>1</sup> ) | A <sup>3</sup> )B <sup>2</sup> ) |
| 2,2        | 99,943                           | 99,974                           | 99,997                           | 99,998                           | 99,998                           | 99,974                           |
| 6          | 99,977                           | 99,958                           | 99,985                           | 99,979                           | 99,847                           | 99,755                           |
| 7          | 99,706                           | 99,085                           | 99,943                           | 99,849                           | 99,986                           | 99,976                           |

Keterangan :

- A<sup>1</sup>)B<sup>1</sup>), A<sup>2</sup>)B<sup>1</sup>), A<sup>3</sup>)B<sup>1</sup>) adalah larutan raksa(II) dengan konsentrasi awal 25, 100 dan 400 mg/L tanpa campuran Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Cd(II), Zn(II)
- A<sup>1</sup>)B<sup>2</sup>), A<sup>2</sup>)B<sup>2</sup>), A<sup>3</sup>)B<sup>2</sup>) adalah larutan raksa(II) dengan konsentrasi awal 25, 100 dan 400 mg/L, berisi 50 mg/L campuran Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Cd(II), Zn(II)

Berdasarkan kajian-kajian tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa tingginya afinitas MBT-(*diatomeae*) untuk mengadsorpsi raksa(II) dalam medium air tidak dipengaruhi oleh keberadaan ion logam lain.

#### KESIMPULAN

1. Interaksi raksa(II), yang merupakan asam lunak, dengan gugus RS<sup>-</sup> (basa lunak) pada MBT-(*diatomeae*), dan gugus SiO<sup>-</sup> (basa keras) pada tanah *diatomeae* mengikuti aturan Pearson. Sehingga raksa(II) akan teradsorpsi lebih banyak oleh MBT-(*diatomeae*) daripada oleh tanah *diatomeae*.
2. Berdasarkan besarnya energi adsorpsi, interaksi yang terjadi antara adsorbat dan adsorben pada adsorpsi raksa(II) baik oleh tanah *diatomeae* maupun MBT-(*diatomeae*) dapat dikategorikan kedalam peristiwa adsorpsi kimia.
3. Bertambahnya pH larutan dapat menaikkan jumlah raksa(II) yang teradsorpsi oleh tanah *diatomeae*, dan mencapai maksimum pada pH 6. Sedangkan pada adsorpsi raksa(II) oleh MBT-(*diatomeae*), perubahan pH larutan tidak memberikan pengaruh terhadap besarnya raksa(II) yang teradsorpsi.
4. Keberadaan ion logam lain yaitu Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Cd(II) dan Zn(II) dalam larutan dengan konsentrasi dan pH larutan yang bervariasi, tidak memberikan pengaruh terhadap tingginya afinitas MBT-(*diatomeae*) untuk mengadsorpsi raksa(II); jumlah raksa(II) yang teradsorpsi tetap tinggi, yaitu ~100 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Semu, E., Singh, B.R, dan Selmer-Oslen, A.R., 1987, "Adsorption of Mercury Compounds by Tropical Soils : II. Effect of Soil : Solution Ratio, Ionic Strength, pH, and Organic Matter", *Water, Air, and Soil Pollut.*, **32**:1-10.
2. Saadi, P., 1995, "Kajian tentang Pemanfaatan Gambut sebagai Adsorben Senyawa Raksa(II) Anorganik dari Larutan", Tesis S-2, UGM, Yogyakarta.
3. Filho, N.L.D., Gushikem, Y. dan Polito, W.L., 1995, "2-Mercaptobenzo-thiazole Clay as Matrix for Sorption and Preconcentration of some Heavy Metals from Aqueous Solution", *Analytica Chimica Acta*, **306**:167-172.
4. Oscik, J., 1982, "Adsorption", John Wiley & Sons, Chichester.
5. Lynam, M.M., Kliduff, J.E. dan Weber Jr., W.J., 1995, "Adsorption of p-Nitrophenol from Dilute Aqueous Solution", *J. Chem. Educ.*, **72**:80-84.
6. Adamson, A.W., 1990, "Physical Chemistry of Surfaces", edisi ke lima, John Wiley & Sons, Canada.
7. Sonjaya, Y., 1997, "Studi Toksisitas dan Biosorpsi Kobalt(II) pada Beberapa Mikroalga Perairan Laut", Tesis S-2, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
8. Basta, N.T. dan Tabatabai, M.A., 1992, "Effect of Cropping Systems on Adsorption of Metal by Soil : II. Effect of pH", *J. Soil Sci.*, **153**:195-204.
9. Cotton, F.A. dan Wilkinson, G., 1988, "Advanced Inorganic Chemistry : A Comprehensive Text", edisi ke-5, John Wiley & Sons, Sydney.

## LAMPIRAN

**Pengaruh campuran Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II) dan Cd(II) pada adsorpsi raksa(II) oleh MBT-(*diatomeae*)**

(1) Pengaruh 50 mg/L campuran Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II) dan Cd(II)

| C <sup>*</sup><br>(mg/L) | % logam teradsorpsi per g adsorben |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                          | Hg 1)                              | Hg 2) | Fe    | Co    | Ni    | Cu    | Zn    | Cd    |
| 2                        | 92,11                              | 94,43 | 55,33 | 35,37 | 31,83 | 98,04 | 89,81 | 68,52 |
| 5                        | 94,04                              | 97,55 | 55,31 | 35,24 | 31,63 | 96,94 | 87,52 | 68,40 |
| 10                       | 98,17                              | 97,77 | 52,34 | 35,45 | 31,35 | 97,52 | 89,43 | 68,69 |
| 25                       | 99,71                              | 99,09 | 52,26 | 35,43 | 33,00 | 96,27 | 87,59 | 68,61 |
| 50                       | 99,88                              | 99,31 | 52,51 | 35,21 | 30,23 | 95,25 | 87,96 | 69,54 |
| 100                      | 99,94                              | 99,85 | 50,76 | 36,61 | 32,27 | 95,70 | 87,49 | 69,08 |
| 200                      | 99,97                              | 99,97 | 49,70 | 36,63 | 31,30 | 91,86 | 87,41 | 69,85 |
| 400                      | 99,99                              | 99,98 | 58,17 | 36,53 | 33,10 | 84,16 | 87,80 | 69,95 |

(2) Pengaruh 100 mg/L campuran Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II) dan Cd(II)

| C <sup>*</sup><br>(mg/L) | % logam teradsorpsi per g adsorben |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                          | Hg 1)                              | Hg 3) | Fe    | Co    | Ni    | Cu    | Zn    | Cd    |
| 2                        | 92,11                              | 98,13 | 55,46 | 55,55 | 53,11 | 77,54 | 10,41 | 87,55 |
| 5                        | 94,04                              | 97,64 | 54,75 | 57,09 | 52,08 | 74,87 | 14,91 | 87,26 |
| 10                       | 98,17                              | 98,52 | 54,59 | 56,44 | 51,83 | 79,50 | 20,74 | 87,81 |
| 25                       | 99,71                              | 98,19 | 53,52 | 56,26 | 50,59 | 79,11 | 13,57 | 87,86 |
| 50                       | 99,88                              | 99,42 | 53,67 | 56,15 | 54,21 | 78,23 | 19,05 | 87,64 |
| 100                      | 99,94                              | 99,65 | 52,64 | 55,59 | 52,06 | 75,14 | 17,58 | 87,82 |
| 200                      | 99,97                              | 99,98 | 53,88 | 56,56 | 51,90 | 66,78 | 16,38 | 87,89 |
| 400                      | 99,99                              | 99,88 | 56,24 | 54,81 | 50,92 | 48,09 | 16,73 | 87,60 |

Keterangan :

C<sup>\*</sup> = konsentrasi awal raksa(II)Hg<sup>1)</sup> = hasil adsorpsi raksa(II) tanpa campuran Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Cd(II) dan Zn(II).Hg<sup>2)</sup> = hasil adsorpsi raksa(II) dalam larutan yang berisi 50 mg/L campuran Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Cd(II) dan Zn(II).Hg<sup>3)</sup> = hasil adsorpsi raksa(II) dalam larutan yang berisi 100 mg/L campuran Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Cd(II) dan Zn(II).