



STUDI KESETIMBANGAN ADSORPSI ASAM HUMIK PADA DUAL NANOFIBER PMMA/PVDF

Study of Humic Acid Adsorption Equilibrium on Dual Nanofiber PMMA/PVDF

Muhammad Ali Zulfikar^{1,*}, Afdal Bahri¹, dan Muhamad Nasir²

¹Kelompok Keahlian Kimia Analitik, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesa 10 Bandung, Indonesia 40132

²Loka Penelitian Teknologi Bersih, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Cisitu Lama 5 Bandung, Indonesia 40132

Untuk korespondensi: Tel/Fax (022) 2502103, e-mail: zulfikar@chem.itb.ac.id

Received: June 25, 2017

Accepted: May 09, 2018

Online Published: May 21, 2018

DOI : 10.20961/jkpk.v3i1.11918

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari kesetimbangan isoterm adsorpsi asam humik (HA) dari larutannya menggunakan dual nanofiber PMMA/PVDF sebagai adsorben pada berbagai konsentrasi. Konsentrasi asam humik yang digunakan divariasikan antara 50-200 mg L⁻¹. Data yang diperoleh dari hasil eksperimen kemudian dianalisis menggunakan model isoterm Langmuir, Freundlich dan Sips. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu kesetimbangan adsorpsi terjadi pada waktu 120 menit dan kapasitas adsorpsi dual nanofiber PMMA/PVDF meningkat dengan meningkatnya konsentrasi HA. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa proses adsorpsi HA pada dual nanofiber PMMA/PVDF mengikuti model isoterm adsorpsi Langmuir dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 137,40 mg g⁻¹ pada konsentrasi 100 mg L⁻¹.

Kata Kunci: adsorpsi, asam humik, dual nanofiber, isoterm

ABSTRACT

The main objective of this study is to investigate the isotherm sorption of humic acid (HA) from aqueous solution onto dual nanofiber PMMA/PVDF. Batch adsorption experiments were carried out using HA solution as an adsorbate under variety of concentration in the range of 50-200 mg/L. The experimental data were analyzed by the Langmuir, Freundlich and Sips models of adsorption. The experimental results indicate that, the adsorption capacity of HA adsorption increases with an increase in the HA concentrations. The adsorption of HA onto dual nanofiber PMMA/PVDF agrees well with the Langmuir isotherm models with the maximum adsorption capacity was found to be 137.40 mg g⁻¹ at concentration of 100 mg L⁻¹.

Keywords: adsorption, humic acid, dual nanofiber, isotherm

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting bagi manusia. Penduduk yang tinggal di daerah

berawa seperti Sumatera bagian timur dan Kalimantan menghadapi kesulitan dalam memperoleh air bersih untuk keperluan rumah tangga, terutama air minum. Hal ini

disebabkan sumber air di daerah tersebut adalah air gambut, yang berdasarkan parameter baku mutu tidak memenuhi persyaratan kualitas air bersih. Air gambut mengandung asam humus yang terdiri dari asam humat, asam fulvat dan humin. Keberadaan asam humus dalam air menyebabkan air berwarna coklat, berbau dan bersifat karsinogenik [1-3]. Oleh sebab itu penghilangan asam humus dari air gambut atau limbah sangat penting dilakukan.

Saat ini terdapat beberapa metoda yang digunakan untuk menghilangkan asam humus dari air, di antaranya koagulasi-flokulasi [4,5], elektro-koagulasi [6], oksidasi [4], fotokatalisis [7] dan teknologi membran [5,8]. Bagaimanapun, metoda tersebut mempunyai kelemahan, di antaranya biaya operasional tinggi, sehingga tidak ekonomis. Oleh karena prosesnya sederhana, murah dan lebih efektif, adsorpsi merupakan teknik yang bisa digunakan untuk pengolahan air dan air limbah [9]. Karbon aktif banyak digunakan sebagai adsorben, hal ini disebabkan karena karbon aktif sangat efektif dalam menghilangkan senyawa organik dan anorganik dari limbah, termasuk zat warna dan pigmen. Bagaimanapun juga, penggunaan karbon aktif sebagai adsorben mempunyai beberapa kelemahan, di antaranya harganya yang mahal dan sukar untuk diregenerasi [10,11]. Pada penelitian ini, dual nanofiber yang telah disintesis sebelumnya digunakan untuk mengadsorpsi asam humik dari larutannya. Pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi asam humik dari larutannya. Selain itu juga akan dipelajari isoterm adsorpsi

asam humik dari larutannya menggunakan model isoterm Langmuir, Freundlich dan Sips.

METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 1601, Japan), neraca analitik (Sartorius, USA), shaker bath (Innova 3000, USA) dan pH meter (Orion, USA). Dual nanofiber, H₂SO₄ (Sigma), aqua d.m dan asam humik (Sigma-Aldrich).

2. Eksperimen Adsorpsi

Eksperimen adsorpsi dilakukan dalam gelas kimia 100 mL yang mengandung 0,05 g dual nanofiber dan 50 mL larutan asam humik dengan sistem *batch* pada pH 7. Campuran diaduk menggunakan shaker bath (Innova 3000, USA) selama 2-180 menit pada variasi konsentrasi 50–200 mg/L dan suhu 25 °C. Persen adsorpsi asam humik dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ Penghilangan} = \frac{C_i - C_e}{C_i} \times 100\% \quad (1)$$

di mana C_i dan C_e konsentrasi awal dan akhir asam humik dalam larutan (mg L⁻¹). Jumlah asam humik yang dapat diadsorpsi oleh per unit adsorben pada kesetimbangan dengan volume sampel (V), dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$q_e = \frac{C_i - C_e}{m} \times V \quad (2)$$

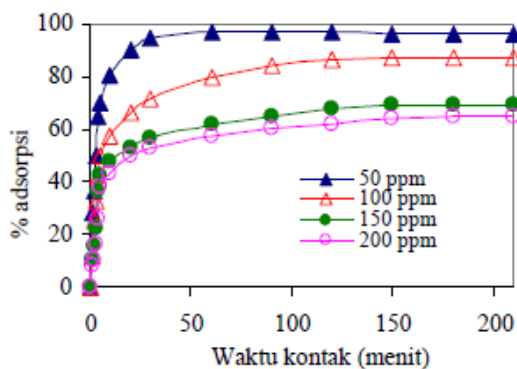
di mana V adalah volume sampel (L) dan m adalah massa adsorben (g) yang digunakan. Konsentrasi asam humik dalam larutan awal dan sesudah proses adsorpsi diukur meng-

gunakan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 1601, Japan) pada λ maksimum 300 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Proses Adsorpsi

Pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi asam humik pada berbagai waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 1. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa persentase adsorpsi terjadi sangat cepat pada waktu-waktu awal dan terus meningkat dengan meningkatnya waktu kontak, sehingga mencapai nilai yang tetap pada waktu 50 menit. Pada waktu ini jumlah asam humik yang terserap pada adsorben mengalami kesetimbangan dengan larutannya. Waktu yang diperlukan untuk mencapai keadaan kesetimbangan ini disebut waktu setimbang dan jumlah asam humik yang terserap pada waktu setimbang akan menggambarkan kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben yang digunakan [12]. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa keadaan setimbang dicapai pada waktu 50 menit pada semua konsentrasi zat warna.



Gambar 1. Grafik pengaruh konsentrasi awal terhadap % adsorpsi asam humik pada berbagai waktu kontak.

Dari Gambar 1 juga dapat dilihat bahwa persentase adsorpsi asam humik menurun dengan meningkatnya konsentrasi awal. Hal ini mungkin disebabkan karena pada konsentrasi tinggi, molekul asam humik cenderung membentuk agregat, sehingga difusi molekul asam humik tersebut ke dalam adsorben menjadi terhalang [13,14].

2. Isoterm Adsorpsi

Analisis isoterm adsorpsi merupakan dasar yang sangat penting untuk menggambarkan bagaimana molekul adsorbat berinteraksi dengan permukaan adsorben. Kapasitas adsorpsi adsorben dan pola isoterm adsorpsi yang diperoleh dari nilai tetapan isoterm akan menggambarkan sifat permukaan dan afinitas dari adsorben. Hubungan antara data kesetimbangan dengan persamaan teoritis dan praktikal pada persamaan isoterm adsorpsi adalah sangat penting untuk menginterpretasi dan memprediksi proses adsorpsi [15].

Dalam rangka mempelajari pengaruh konsentrasi terhadap kapasitas adsorpsi dari dual nanofiber dalam proses adsorpsi asam humik dari larutannya, data kesetimbangan yang didapat dianalisis dengan menggunakan isoterm Langmuir, Freundlich dan Sips.

Teori isoterm Langmuir mengasumsikan terjadinya lapisan monolayer adsorbat pada permukaan adsorben yang homogen. Adsorpsi diasumsikan terjadi pada sisi aktif yang homogen dan hanya satu molekul zat warna yang menutupi sisi aktif tersebut. Bentuk persamaan non-linier dari isoterm Langmuir dapat ditulis sebagai:

$$q_e = \frac{q_m \cdot b \cdot C_e}{1 + b \cdot C_e} \quad (3)$$

di mana q_e dan q_m merupakan jumlah zat warna yang terserap pada kesetimbangan dan pada kondisi maksimum (mg g^{-1}). C_e merupakan konsentrasi pada kesetimbangan (mg L^{-1}) dan b merupakan tetapan isoterm Langmuir (L mg^{-1}) yang menggambarkan energi proses adsorpsi [10,11]. Parameter adsorpsi model Langmuir dapat dilihat pada Tabel 1.

Data eksperimen yang diperoleh juga dianalisis menggunakan isoterm Freundlich. Pada isoterm adsorpsi Freundlich, model mengasumsikan bahwa permukaan adsorben bersifat heterogen. Persamaan nonlinier isoterm adsorpsi Freundlich dapat ditulis sebagai:

$$q_e = K_f C_e^{1/n} \quad (4)$$

di mana C_e merupakan konsentrasi larutan pada kesetimbangan (mg L^{-1}), q_e merupakan jumlah adsorbat yang diadsorpsi per unit massa adsorben (mg g^{-1}), K_f dan n merupakan tetapan isoterm Freundlich. Nilai dari $1/n$, antara 0 dan 1, merupakan ukuran dari intensitas adsorpsi atau keheterogenan permukaan [10,11] dan dipergunakan untuk verifikasi jenis adsorpsi [15]. Nilai n lebih besar dari 1 menunjukkan proses adsorpsi yang favourable dan bersifat fisik [15,16]. Tetapan isoterm Freundlich yang lain, K_f menunjukkan kapasitas adsorpsi adsorben [17,18]. Parameter isoterm Freundlich dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tetapan Langmuir, Freundlich dan Sips pada proses adsorpsi asam humik

Model Langmuir			Model Freundlich			Model Sips			
b (L/mg)	q_m (mg/g)	R^2	$1/n$	K_f (mg/g)	R^2	q_m (mg/g)	K_{eq} (mL/g)	n	R^2
0,09	47,40	0,865	0,565	1,649	0,879	51,22	1,179	0,386	0,996

Model isoterm adsorpsi Sips merupakan gabungan dari model isoterm Langmuir dan Freundlich, yang mempunyai karakteristik persamaan Langmuir dan Freundlich. Persamaan model isoterm Sips dapat ditulis sebagai:

$$q_e = \frac{q_m \cdot K_{eq} \cdot C_e^n}{1 + K_{eq} \cdot C_e^n} \quad (5)$$

di mana K_{eq} (L mg^{-1}) menggambarkan tetapan kesetimbangan persamaan Sips dan q_m (mg g^{-1}) merupakan kapasitas adsorpsi maksimum. Model isoterm Sips dicirikan dengan adanya faktor keheterogenan, n , dan khusus untuk $n = 1$, persamaan isoterm Sips

akan menjadi persamaan isoterm Langmuir dan proses adsorpsi menjadi homogen [10,11].

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai koefisien korelasi model isoterm Freundlich lebih besar dibandingkan dengan koefisien korelasi model isoterm Langmuir dan Sips. Hal ini berarti isoterm Freundlich merupakan isoterm yang sesuai untuk menggambarkan data kesetimbangan pada proses adsorpsi asam humik oleh dual nanofiber. Fenomena yang mirip juga telah dilaporkan dalam beberapa literatur yang berkaitan dengan penghilangan warna [15,16].

Dari Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa nilai koefisien korelasi model isotherm Sips lebih besar dibandingkan dengan koefisien korelasi model isotherm Langmuir dan Freundlich. Hal ini berarti isotherm Sips merupakan isotherm yang sesuai untuk menggambarkan data kesetimbangan pada proses adsorpsi asam humik oleh dual nano fiber.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa persentase adsorpsi asam humik dari larutannya menggunakan dual nano fiber menurun dengan meningkatnya konsentrasi larutan. Dari data kesetimbangan isotherm adsorpsi, ditemukan bahwa proses adsorpsi asam humik menggunakan dual nano fiber mengikuti model isotherm Sips. Dengan menggunakan model isotherm Sips ditemukan bahwa faktor heterogenitas dual nano fiber adalah sebesar 0,386. Dari model isotherm Langmuir diketahui bahwa kapasitas adsorpsi maksimum dual nano fiber terhadap asam humik adalah sebesar 47,40 mg g⁻¹ pada konsentrasi 100 mg L⁻¹.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas bantuan dana yang diberikan pada penelitian ini melalui Riset Unggulan Perguruan Tinggi (RUPT) 2017.

DAFTAR RUJUKAN

[1] Ngah, W.S.W. and Hanafiah, M.A.K.M., 2008, *Biochem. Eng. J.* 39, 521.

- [2] Qi, T., Xu, Z., Wang, J., Liu, F., Wan, H. and Zheng, S., 2010, *Microporous and Mesoporous Mater.* 131, 177.
- [3] Wang, J., Han, X., Ma, H., Ji, Y. and Bi, L., 2011, *Chem. Eng. J.* 173, 171.
- [4] Uygunera, C.S., Suphandaga, S.A., Kercb, A. and Bekbolet, M., 2007, *Desalination.* 210, 183.
- [5] Rojas, J.C., Pérez, J., Garralón, G., Plaza, F., Moreno, B. and Gómez, M.A., 2011, *Desalination.* 266, 128.
- [6] Ghernaout, D., Ghernaout, B., Saibaa, A., Boucherita, A. and Kellil, A., 2009, *Desalination.* 239, 295.
- [7] Sonea, D., Pode, R., Manea, F., Ratiu, C., Lazau, C., Grozescu, I. and Burtica, G., 2010, *Chemical Bulletin of "POLITEHNICA" Univ. (Timisoara).* 55(69), 148.
- [8] Hamid, N.A.A., Ismail, A.F., Matsuura, T., Zularisam, A.W., Lau, W.J., Yuliwati, E. and Abdullah, M.S., 2011, *Desalination.* 273, 85.
- [9] Gupta, V.K., Carrott, P.J.M., Carrott, M.M.L.R. and Suhas, 2009, *Critical Rev. Environ. Sci. Technol.* 39, 783.
- [10] Chatterjee, S., Lee, D.S., Lee, M.W. and Woo, S.H., 2009, *Bioresource Technol.*, 100, 2803.
- [11] Chatterjee, S., Lee, M.W. and Woo, S.H., 2010, *Bioresource Technol.*, 101, 1800.
- [12] Elkady, M.F., Ibrahim, A.M. and El-Latif, M.M.A., 2011, *Desalination.* 278, 412.
- [13] Amran, M.B. and Zulfikar, M.A., 2010, *Int. J. Environ. Studies.*, 67(6), 11.
- [14] Wang, L. and Wang, A., 2008, *J. Hazard. Mater.*, 160, 173.
- [15] Vimonses, V., Lei, S., Jin, B., Chow, C.W.K. and Saint, C., 2009, *Chem. Eng. J.*, 148, 354.
- [16] Zhang, Z., Moghaddam, L., O'Hara, I.M. and Doherty, W.O.S., 2011, *Chem. Eng. J.*, 178, 122.

[17] Mumin, M.A., Khan, M.M.R., Akhter, K.F. and Uddin, M.J., 2007, *Int. J. Environ. Sci. Tech.* 4(4), 525.

[18] Reddy, M.C.S., 2006, *J. Sci. Ind. Res.* 65, 443