

MODEL KESETIMBANGAN ADSORPSI DOXORUBICIN PADA HIDROKSIAPATIT

Muhammad Hamdani ¹, Ahmad Fadli ², Fajril Akbar ²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas km 12,5 Pekanbaru 28293
hamdanyz@hotmail.com

ABSTRACT

Hydroxyapatite has been applied in the biomedical field as drug delivery. The drug will be absorbed onto the hydroxyapatite surface through the adsorption process. The purpose of this study was to determine the effect of initial concentration of doxorubicin (DOX) and the operating temperature on hydroxyapatite adsorption, and to determine the appropriate adsorption equilibrium model. Research began by making a solution of doxorubicin with an initial concentration of 485.83; 661.67; 884.17 mg/L. A 5 mL DOX solution was mixed with 10 mg hydroxyapatite in a beaker glass, then stirred using a magnetic stirrer at 220 rpm at 30, 40, 50 °C for 18 hours. After centrifugation, the concentration of DOX solution in the liquid was tested using UV-Vis spektrofotometry. The results showed that the adsorption capacity (q_e) increased with increasing initial concentration (C_0) DOX. The value of (q_e) increased consecutively from 223.86-430.18; 231.59-434.46; 230.48-432.04 mg/g with increasing of C_0 value from 485.83-884.17 mg/L at temperature of 30, 40, 50 °C. The highest value of (q_e) was obtained at 40 °C, i.e., 231.59-434.46 mg/g. It was found that the Langmuir was an appropriate equilibrium model, where the maximum adsorption capacity (q_m) values for each temperature 30, 40, 50 °C are 151.52; 163.93; 181.82 mg/g.

Keywords: adsorption, doxorubicin, equilibrium model, hydroxyapatite.

1. Pendahuluan

Perawatan utama kanker tulang meliputi tiga metode utama yaitu operasi, kemoterapi, dan terapi radiasi. Operasi ditujukan untuk mengangkat semua sel kanker dari jaringan tulang. Implan tulang diperlukan untuk mengisi dan menggantikan bagian tulang yang ikut terangkat bersama sel kanker pada saat melakukan operasi. Kemoterapi adalah suatu metode untuk menghentikan pertumbuhan sel kanker dengan menggunakan obat-obatan, salah satu obat kemoterapi yang sangat penting adalah doxorubicin.

Hidroksiapatit merupakan salah satu biomaterial yang sering digunakan sebagai

implan tulang, hal ini karena hidroksiapatit memiliki sifat bioaktif, biokompatibel, dan memiliki kemiripan dengan mineral-mineral pembentuk tulang. Hidroksiapatit dapat ditingkatkan fungsinya menjadi implan yang multifungsional seperti sebagai pembawa obat (Loca dkk, 2015).

Performa dari sistem pembawa obat dapat dilihat dari kemampuan adsorpsi (*drug loading*) dan desorpsi (*drug release*) sistem terhadap obat. Pada penelitian ini dipelajari kemampuan hidroksiapatit sebagai pembawa obat, dengan cara mempelajari kemampuan adsorpsi hidroksiapatit terhadap obat anti-kanker doxorubicin. Karakteristik dan kapasitas adsorpsi doxorubicin dapat dilihat

melalui model kesetimbangan adsorpsi. Pada penelitian ini dilakukan pendekatan dengan tiga model kesetimbangan adsorpsi yang umum digunakan yaitu Langmuir, Freundlich, dan Dubinin-Radushkevich. (Chen, 2015)

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah bubuk hidroksiapatit (Lianyungang Kede Chemical Industry), larutan doxorubicin (Doxorubicin-HCl, Dankos Farma), dan aquades (Aqua DM, Brataco Medan).

Peralatan yang digunakan adalah timbangan, gelas ukur, labu ukur, gelas piala, magnetic stirrer, magnetic bar, dan sentrifus.

2.2. Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Doxorubicin terhadap Adsorpsi

Larutan doxorubicin sebanyak 5 ml dicampurkan dengan bubuk hidroksiapatit 10 mg, kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu (30, 40, 50) °C dengan kecepatan 220 rpm selama waktu kesetimbangan. Konsentrasi larutan DOX divariasikan pada (520, 720, 920) ppm. Sampel kemudian diambil dan disentrifus, supernatan kemudian dianalisis dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 480 nm. (Gu dkk, 2014)

2.3. Analisa Hasil Penelitian

Daya jerap hidroksiapatit terhadap doxorubicin dihitung dengan persamaan:

$$q_s = \frac{(C_0 - C_s) \times V}{m}$$

Dimana q_s merupakan kapasitas adsorpsi pada saat kesetimbangan (mg/g), C_0 dan C_s merupakan konsentrasi doxorubicin pada saat awal dan saat kesetimbangan (mg/L), V merupakan volume larutan doxorubicin, dan m merupakan massa hidroksiapatit.

2.4. Penentuan Model Kesetimbangan

Model Langmuir menunjukkan bahwa adsorben memiliki permukaan yang homogen sehingga terbentuk satu lapisan tunggal (*monolayer*). Model Langmuir dinyatakan dengan persamaan :

$$q_s = q_m K_L \frac{C_s}{1 + K_L C_s}$$

Dimana q_s merupakan kapasitas adsorpsi pada saat kesetimbangan (mg/g) dengan C_s merupakan konsentrasi adsorbat (mg/L), q_m merupakan kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g), dan K_L adalah konstanta kesetimbangan (L/mg).

Model kesetimbangan Freundlich menunjukkan bahwa adsorben memiliki permukaan yang heterogen sehingga terbentuk banyak lapisan adsorpsi (*multilayer*). Model Freundlich dinyatakan dengan persamaan:

$$q_s = K_F C_s^{1/n}$$

Dimana K_F dan n adalah konstanta kesetimbangan adsorpsi yang berhubungan dengan kapasitas dan intensitas adsorpsi. Parameter heterogenitas ditunjukkan oleh nilai $1/n$ dimana semakin kecil nilai $1/n$ maka semakin besar nilai heterogenitas.

Dubinin-Radushkevich menunjukkan bahwa adsorpsi mengikuti mekanisme pengisian poros (*pore filling mechanism*). Model Dubinin-Radushkevich dinyatakan dengan :

$$q_s = q_s \exp(-K_{DR} \mathcal{E}^2)$$

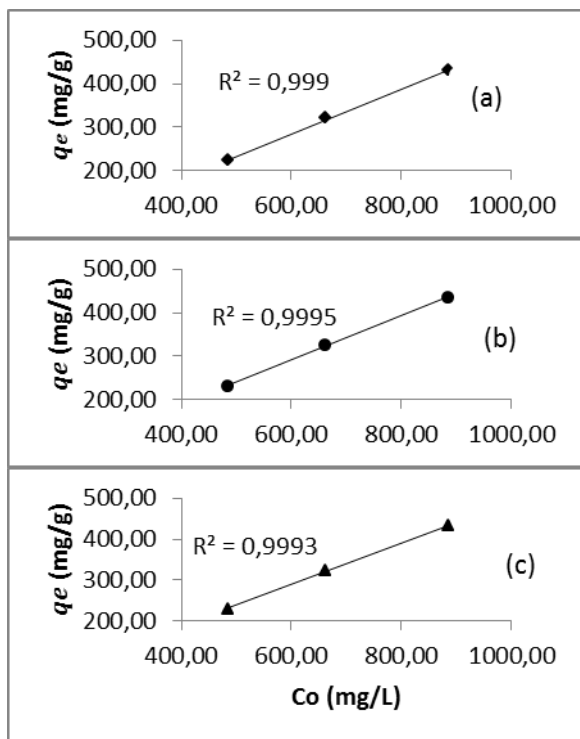
Dimana q_s adalah kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g), K_{DR} adalah konstanta kesetimbangan (mol^2/kJ^2), dan $\mathcal{E}$ adalah potensial adsorpsi Polanyi yang dinyatakan dengan :

$$\mathcal{E} = RT \ln(1 + \frac{1}{C_s})$$

Dimana R merupakan konstanta gas ideal (8,314 J/molK), T adalah temperatur absolut (K).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Doxorubicin terhadap Adsorpsi



Gambar 1 Kurva Hubungan Konsentrasi Awal DOX (C_0) terhadap Kapasitas Adsorpsi (q_e) pada Suhu (a) 30 °C, (b) 40 °C, dan (c) 50 °C

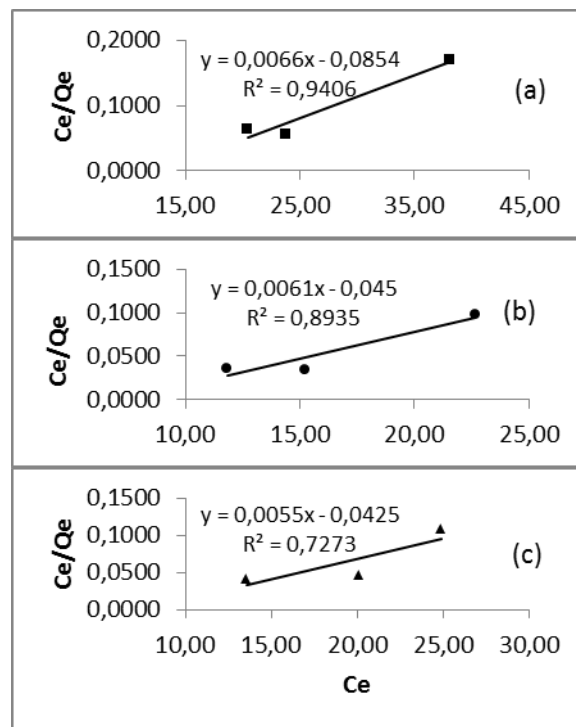
Pada Gambar 1 terlihat bahwa nilai kapasitas adsorpsi (q_e) meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi awal DOX (C_0), hal ini menunjukkan bahwa pada permukaan hidroksiapatit masih banyak terdapat situs-situs aktif adsorpsi. Nilai kapasitas adsorpsi (q_e) untuk masing-masing konsentrasi awal DOX (485,83; 661,67; 884,17) mg/L berturut-turut pada suhu 30 °C adalah (223,86; 320,61; 430,18) mg/g; pada suhu 40 °C adalah (231,59; 324,93; 434,46) mg/g; dan pada suhu 50 °C adalah (230,48; 324,06; 432,04) mg/g. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai kapasitas adsorpsi (q_e) meningkat dari suhu 30 °C menuju suhu 40 °C, dan setelah suhu 40 °C tidak ada lagi peningkatan daya jerap hidroksiapatit.

Berdasarkan pertimbangan tersebut untuk efisiensi suhu dianggap suhu 40 °C merupakan suhu optimum untuk adsorpsi doxorubicin pada hidroksiapatit.

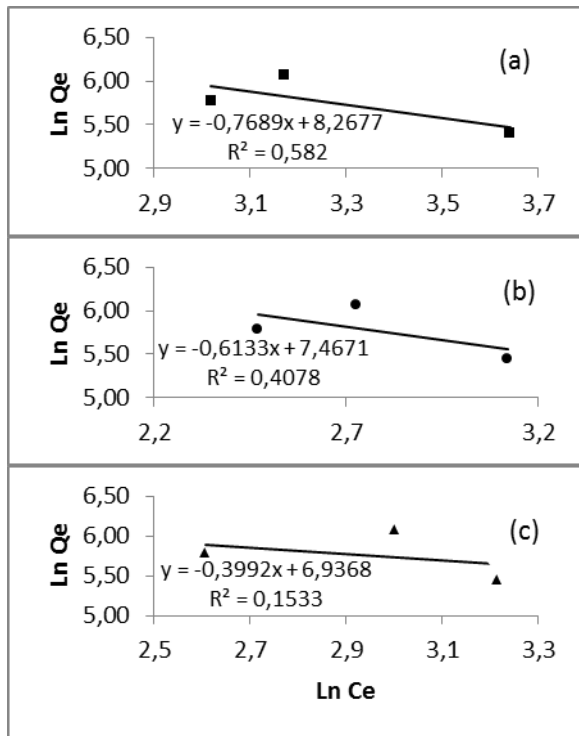
3.2. Penentuan Model Kesetimbangan

Model kesetimbangan adsorpsi dibuat untuk merepresentasikan kesetimbangan adsorpsi pada suatu sistem tertentu. Model kesetimbangan menggambarkan distribusi material yang teradsorpsi di antara fasa padat dan fasa cair pada saat kesetimbangan. Model kesetimbangan adsorpsi merupakan karakteristik dari suatu sistem, yakni pada temperatur tertentu suatu sistem hanya memiliki satu model kesetimbangan adsorpsi. (Inglezakis dan Pouloupoulos, 2006)

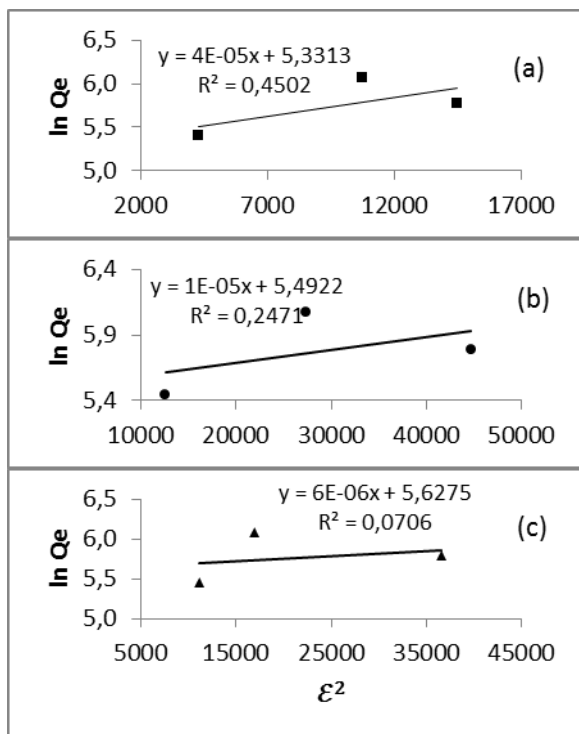
Kesesuaian model ditentukan oleh nilai R^2 (Correlation Factor) yang diperoleh dari grafik. Grafik model kesetimbangan dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.



Gambar 2 Model Langmuir pada Suhu (a) 30 °C, (b) 40 °C (b), dan (c) 50 °C (c)



Gambar 3 Model Freundlich pada Suhu (a) 30 °C, (b) 40 °C, dan (c) 50 °C



Gambar 4 Model Dubinin-Radushkevich pada Suhu (a) 30 °C, (b) 40 °C, dan (c) 50 °C

Dari Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4 dapat dilihat perbandingan nilai R^2 model yang diujikan, dimana nilai R^2 dari persamaan Langmuir lebih mendekati linear ($R^2=1$) sehingga dapat disimpulkan bahwa model yang sesuai untuk penelitian ini adalah model kesetimbangan Langmuir.

4. Kesimpulan

Meningkatnya konsentrasi awal doxorubicin (C_0) menyebabkan kapasitas adsorpsi (q_s) juga semakin meningkat. Nilai q_s meningkat berturut-turut dari 223,86-430,18; 231,59-434,46; 230,48-432,04 mg/g dengan meningkatnya nilai C_0 dari 485,83-884,17 mg/L pada suhu 30, 40, 50 °C. Nilai q_s tertinggi diperoleh pada suhu 40 °C yaitu 231,59-434,46 mg/g.

Model kesetimbangan adsorpsi yang lebih mendekati adalah model Langmuir dengan didapatkan nilai R^2 sebesar (0,9406; 0,8935; 0,7273) untuk masing-masing variasi suhu (30, 40, 50) °C.

Daftar Pustaka

- Chen, X. (2015). Modeling of Experimental Adsorption Isotherm Data. *Information*, 6, 14-22.
- Gu, L., He, X., & Wu, Z. (2014). Mesoporous Hydroxyapatite : Preparation, Drug Adsorption, and Release Properties. *Materials Chemistry and Physics*, 148, 153-158.
- Inglezakis, V.J., & Pouloupoulos, S.G. (2006). *Adsorption, Ion Exchange and Catalyst : Design of Operations and Environmental Applications*. New York : Elsevier Science.
- Loca, D., Locs, J., Dubnika, A., Zalite, V., & Berzina-Cimdina, L. (2015). Porous Hydroxyapatite for Drug Delivery. *Hydroxyapatite (HAp) for Biomedical Applications*. 189-209.