



KINETIKA ADSORPSI ZAT WARNA *DIRECT BROWN* MENGGUNAKAN HIDROKSIAPATIT DENGAN VARIASI DOSIS ADSORBEN DAN PH LARUTAN

Ulfi Rahayu¹⁾, Yelmida Azis²⁾, Padil³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia,
Laboratorium Dasar Teknik Kimia II

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
e-mail: ulfi.rahayu5543@student.unri.ac.id

Received : 14 Oktober 2020; Accepted : 18 Januari 2021; Publish : Januari 2021

ABSTRAK

Adsorpsi merupakan suatu proses penjerapan zat warna menggunakan berbagai adsorben. Limbah zat warna yang dihasilkan oleh industri dapat mencemari lingkungan karena bersifat berbahaya dan beracun. Pada penelitian ini digunakan hidroksiapatit defisien kalsium dengan rasio Ca/P lebih/kurang dari 1,67 sebagai media penjerap. Pemanfaatan proses adsorpsi dalam penjerapan zat warna berguna untuk menentukan model isotherm dan kinetika adsorpsi. Zat warna yang digunakan adalah jenis *direct brown*. Proses adsorpsi zat warna dilakukan pada variasi pH (6, 7, 8) dan massa adsorben (0,1 ; 0,15 ; 0,2 % berat) pada kecepatan putar 250 rpm dan konsentrasi zat warna 30 ppm. Kapasitas adsorpsi maksimal terjadi pada pH 6 dengan efisiensi penyerapan 51,4%. Model kesetimbangan yang diuji adalah model kesetimbangan Langmuir, Freundlich, Harkins Jura, Temkin, dan Dubinin-Raduskevich. Model isotherm dari proses adsorpsi zat warna *direct brown* mengikuti model *temkin* dengan nilai R^2 0,9996. Kinetika adsorpsi yang diuji adalah *Pseudo First Orde*, *Pseudo Second Orde*, *Elovich* dan *Intraparticle Diffusion*. Kinetika proses adsorpsi zat warna *direct brown* mengikuti model kinetika orde *intraparticle diffusion* dengan nilai R^2 0,9938 pada proses adsorpsi dengan pH 6 dan massa adsorben sebesar 0,5 gram.

Kata kunci : Adsorpsi, Hidroksiapatit, Isotherm, pH, Zat Warna

ABSTRACT

Adsorption is a dye absorption process using various adsorbents. Dye waste produced by industry can pollute the environment because it is dangerous and poisonous. In this study, calcium-deficient hydroxyapatite with a Ca / P ratio of more / less than 1.67 was used as the adsorption medium. Utilization of the adsorption process in dye absorption is useful for determining isotherm models and adsorption kinetics. The dye used is direct brown. The dye adsorption process was carried out at variations in pH (6, 7, 8) and adsorbent mass (0.1; 0.15; 0.2 wt%) at a rotating speed of 250 rpm and 30 ppm of dye concentration. The maximum adsorption capacity occurs at pH 6 with an absorption efficiency of 51.4%. The equilibrium model tested is the Langmuir, Freundlich, Harkins Jura, Temkin equilibrium model. and Dubinin-Raduskevich. The isotherm model of the direct brown dye adsorption process follows the Temkin model with a R2 value of 0.9996. The adsorption kinetics tested were Pseudo First Order, Pseudo Second Order, Elovich and Intraparticle Diffusion. The kinetics of the direct brown dye adsorption process followed the intraparticle diffusion order kinetics model with R2 value of 0.9938 in the adsorption process with a pH of 6 and an adsorbent mass of 0.5 grams.

Keywords : Adsorption, Hydroxyapatite, Isotherm, pH, Dyes



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidroksiapatit dapat digunakan sebagai adsorben karena memiliki pori, inert, dan tahan aus. Selain itu hidroksiapatit dapat digunakan sebagai penukar ion yang mampu menurunkan beberapa kadar beberapa logam dalam larutan seperti ion Cd^{+2} , Hg^{+2} , Zn^{+2} , dan Pb^{+2} . Keunggulan hidroksiapatit yang digunakan sebagai adsorben pada penelitian ini karena bahan bakunya mudah untuk didapatkan (berasal dari limbah), bersifat dapat diperbaharui, tidak toksik serta ramah lingkungan. Hidroksiapatit telah digunakan untuk penjerap logam-logam berat pada air limbah dan adsorben untuk zat warna tekstil (Lukito & Michelle, 2013 dan Fernane & Zafour, 2013).

Pada proses sintesis hidroksiapatit dari berbagai limbah bahan yang mengandung kalsium seperti kulit telur, cangkang kerang atau terumbu karang, tidak selalu diperoleh Hap dengan rasio Ca/P 1,67 yang sesuai standar atau syarat untuk keperluan biomedis. Karena proses yang belum sempurna atau variable proses yang belum sesuai, sering dihasilkan hidroksiapatit defisien atau kelebihan kalsium. (Barka dkk., 2011) telah memanfaatkan HAp yang defisien kalsium sebagai adsorben zat warna tekstil. Penggunaan Hap sebagai adsorben, karena struktur kristalnya yang berpori dengan luas permukaan yang cukup besar.

Aplikasi lain dari HAp, adalah sebagai katalis karena sifatnya yang tahan secara kimia dan tahan pemanasan pada suhu yang tinggi.

(Kul dkk., 2019) menggunakan serbuk daun cemara untuk menentukan kinetika, termodinamika, dan isotherm adsorpsi zat warna *basic blue*. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan massa adsorben (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, dan 16g), konsentrasi larutan awal (25, 40, 55, 70, 85 dan 100 ppm), dan temperature adsorpsi (25, 35 dan 45°C). Kinetika proses adsorpsi ini mengikuti persamaan *pseudo second order* dengan nilai R^2 0,99. Isotherm adsorpsi pada penelitian ini mengikuti isotherm *Freundlich*, dengan nilai kapasitas adsorpsi 19.066, 20.091, 22.516 untuk masing masing variasi temperature. Parameter termodinamika menunjukkan bahwa adsorpsi yang terjadi adalah endotermik.

(Hashani dkk., 2018) telah melakukan penelitian tentang biosorpsi *eriochrome black T* (EBT) menggunakan limbah serbuk teh yang tergantung pada dosis biosorben, pH, konsentersasi pewarna awal dan waktu kontak. Data kesetimbangan adsorpsi dianalisis dengan model *isotherm Langmuir*, *Freundlich*, *Temkin* dan *Dubinin-Radushkevich*, dengan hasil terbaik yang diperoleh yaitu pada model *Langmuir* dengan koefisien korelasi yang lebih tinggi ($R^2 = 0,997$, diasumsikan sebagai monolayer adsorpsi). diasumsikan sebagai monolayer adsorpsi).



Penentuan model kesetimbangan adsorpsi bertujuan untuk mengetahui mekanisme adsorpsi yang terjadi pada proses penyerapan zat warna *direct brown* menggunakan adsorben hidroksiapatit. Data awal yang dibutuhkan berupa kesetimbangan adsorpsi, akan digunakan untuk menentukan model isotherm adsorpsi. Model isotherm akan dianalisis menggunakan model isotherm *Langmuir*, *Freundlich*, *Temkin*, *Harkins-Jura* dan *Dubin-Raduskevich* untuk menentukan jenis adsorpsi yang terjadi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Melakukan penyerapan zat warna *Direct Brown* dengan memanfaatkan hidroksiapatit defisien kalsium sebagai media penyerap.
2. Menentukan pengaruh variabel proses berupa dosis adsorben dan pH larutan *Direct Brown* dan waktu kontak terhadap laju adsorpsi *Direct Brown* menggunakan hidroksiapatit.
3. Menentukan kinetika dan isotherm adsorpsi zat warna *Direct Brown* menggunakan Hidroksiapatit.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah *direct brown* yang diperoleh dari PT. Indah Kiat Pulp dan Paper (IKPP), hidroksiapatit hasil penelitian (Luckita, 2018) dan aquades.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gelas piala, gelas ukur, labu ukur, tabung reaksi, batang pengaduk, corong, pipet tetes, pipet volume, botol sampel, *stopwatch*, *magnetic stirrer*, *hotplate*, timbangan digital, *sentrifuge* dan spektrofotometer UV-Vis.

2.2 Persiapan Larutan *Direct Brown*

Pembuatan larutan induk konsentrasi 500 ppm dilakukan dengan cara melarutkan 500 mg *direct brown* menggunakan aquades ke dalam labu ukur 1 Liter hingga tanda batas. Larutan induk *direct brown* dengan konsentrasi 500 ppm diencerkan menjadi 100 ppm dalam 1000 ml. Larutan 100 ppm kemudian diencerkan menjadi 50 ppm, 40 ppm, 30 ppm, 20 ppm dan 10 ppm masing-masing dalam 1000 ml untuk dijadikan sebagai larutan uji. Larutan 10 ppm diencerkan menjadi 1-7 ppm masing-masing dalam 50 ml untuk larutan standar.

2.3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Direct Brown*

Penentuan panjang gelombang maksimum untuk zat warna *direct brown* dilakukan dengan mengukur absorbansi salah satu larutan standar pada *range* panjang gelombang 380-440 nm dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Nilai absorbansi maksimum yang diperoleh merupakan panjang gelombang optimum yang digunakan dalam penelitian. Data absorbansi masing-masing larutan standar



yang diperoleh pada panjang gelombang maksimum kemudian diplotkan terhadap konsentrasi larutan standar (0, 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm) sehingga diperoleh kurva larutan standar *direct brown*.

2.4 Penentuan Waktu Kesetimbangan

Penentuan waktu kesetimbangan dilakukan dengan menimbang adsorben sebanyak 0,5 gram, kemudian dimasukkan kedalam *beaker glass* yang sudah diisi 500 ml larutan *Direct Brown* dengan konsentrasi 30 ppm pada suhu 30°C (Delita,2020). Selanjutnya, larutan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan 250 rpm dengan waktu pengambilan sampel pada menit ke: 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 dan seterusnya, sehingga tercapai waktu kesetimbangan.

2.5 Tahapan Proses Adsorpsi

Larutan *direct brown* sebanyak 500 ml dengan konsentrasi 30 ppm dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang telah dilengkapi dengan *magnetic stirrer*. Kecepatan pengadukan diatur sebesar 250 rpm dan suhu adsorpsi $\pm 30^\circ\text{C}$. Setelah suhu adsorpsi tercapai, kemudian dimasukkan hidroksiapatit sebanyak 0,5 g. Pengambilan sampel dilakukan setiap 10 menit sampai menit ke 60 untuk data kinetika adsorpsi. Prosedur yang sama dilakukan untuk variasi dosis adsorben dan pH larutan. ketika telah mencapai waktu kesetimbangan. Prosedur

yang sama juga dilakukan untuk variasi suhu dan konsentrasi awal *direct brown* lainnya.

2.4 Metode Pengolahan Data

Penelitian ini akan dilakukan dengan memvariasikan dosis adsorben (0,1 ; 0,5 ; 0,2 % berat) dan pH (6, 7, 8) dan waktu kontak (0; 30 ; 60 ;90 ; 120 ; 150 dan 180 menit). Analisa isoterm dapat dilihat pada persamaan berikut:

Persamaan pada model Langmuir:

$$q_e = \frac{q_m K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (1)$$

Persamaan pada model Freundlich:

$$q_e = K_F C_e^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

Persamaan pada model Temkin:

$$q_e = \frac{RT}{bT} \ln (K_T C_e) \quad (3)$$

Persamaan pada model Harkins-Jura:

$$q_e = \sqrt{\frac{\Delta H}{B_H + \log C_e}} \quad (4)$$

Persamaan pada model Dubinin-Raduskevich:

$$\ln q_e = \ln Q_D + B_D \left[RT \ln \left(1 + \frac{1}{C_e} \right) \right]^2 \quad (5)$$

dimana, q_e adalah kapasitas adsorpsi (mg/g), q_m adalah kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g) C_e adalah konsentrasi adsorbat sisa/setimbang (ppm), K_L , K_F dan K berurutan merupakan konstanta *Langmuir*, *Freundlich*, *Temkin*, *Harkins-Jura* dan *Dubinin-Raduskevich*.



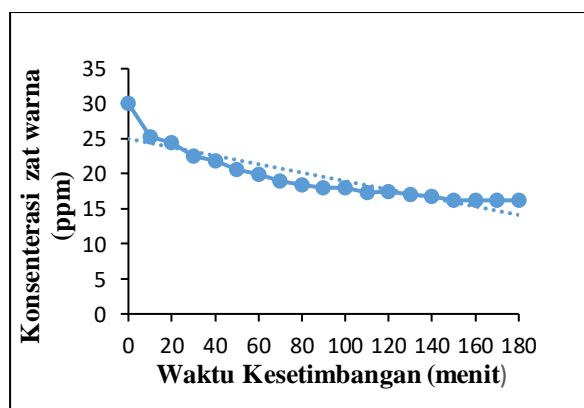
Analisa Kinetika yang dilakukan pada penelitian ini meliputi :

1. Analisis Kinetika Adsorpsi *pseudo first order*
2. Analisis Kinetika Adsorpsi *pseudo second order*
3. Analisis Kinetika *Elovich*
4. Analisis Kinetika *Intraparticle Diffusion*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Waktu Kesetimbangan Adsorpsi *Direct Brown*

Penentuan waktu kesetimbangan dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi yang setimbang antara konsentrasi *direct brown* pada larutan terhadap waktu selama proses penjerapan berlangsung.



Gambar 1. Grafik Waktu Kesetimbangan pada Adsorpsi *Direct Brown* Menggunakan Hidroksiapatit.

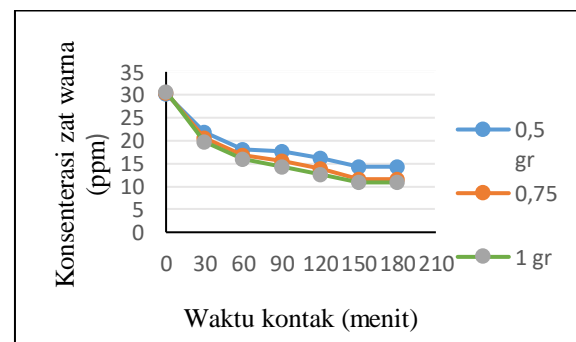
Gambar 1 menunjukkan adanya penurunan konsentrasi *direct brown* terhadap waktu adsorpsi. Penurunan konsentrasi terjadi dari awal proses adsorpsi hingga menit ke-150, artinya selama waktu tersebut adsorben masih mampu menyerap adsorbat yang terkandung di dalam larutan.

Konsentrasi *direct brown* setelah menit ke-150 tidak mengalami perubahan atau telah mengalami kesetimbangan, dimana laju adsorpsi sebanding dengan laju desorpsi. Berdasarkan Gambar 1 maka dapat ditentukan waktu kesetimbangan adsorpsi *direct brown* menggunakan hidroksiapatit yaitu pada menit ke-160, dengan konsentrasi sisa sebesar 16,21 ppm. Waktu kesetimbangan yang diperoleh kemudian digunakan untuk seluruh variasi tahapan adsorpsi dalam penelitian.

3.2 Pengaruh Variabel proses berupa Dosis Adsorben dan pH Larutan *Direct Brown*

3.2.1 Dosis Adsorben

Pada penelitian ini, suhu yang digunakan 30°C (tetap) dan semakin besar dosis adsorben yang digunakan maka semakin efektif proses adsorpsi yang terjadi.



Gambar 2. Hubungan antara Waktu Kontak dengan Konsentersasi zat warna pada berbagai variasi dosis adsorben

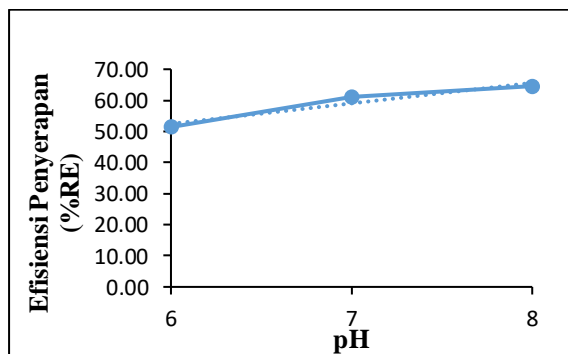
Gambar 2 memperlihatkan bagaimana pengaruh waktu kontak dengan konsentersasi zat warna pada dosis adsorben. Semakin



bertambahnya dosis adsorben maka semakin sedikit adsorbat yang terjerap. Pada hubungan antara waktu kontak dengan konsentration zat warna, penurunan yang terjadi dikarenakan semakin lama waktu kontak antara adsorben dan adsorbat memungkinkan untuk terjadinya peningkatan penyerapan zat warna, namun jika terlalu lama dapat menurunkan tingkat penyerapan. Semakin lama waktu kontak juga mengakibatkan desorpsi, yaitu terlepasnya zat warna yang sudah terikat oleh adsorben.

3.2.2 Pengaruh pH

Pada proses adsorpsi *Direct Brown* menggunakan Hidroksiapatit dalam larutan bergantung dari pH larutan tersebut, dimana pH akan mempengaruhi muatan permukaan adsorben derajat ionisasi dan spesi.



Gambar 3. Hubungan pH dengan Efisiensi Penyerapan pada Adsorpsi *Direct Brown* Menggunakan Hidroksiapatit.

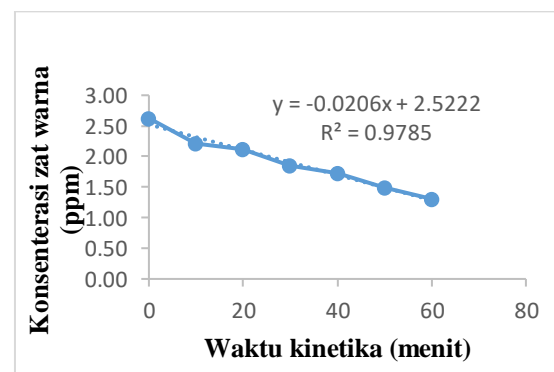
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada pH rendah penyerapan terhadap semua ion logam rendah. Hal ini dikarenakan pada pH rendah permukaan adsorben dikelilingi oleh ion H^+ (karena gugus fungsi yang terdapat pada adsorben

terprotonasi). Dalam kondisi asam permukaan adsorben juga bermuatan positif, yang akan menyebabkan terjadi tolakan antara permukaan adsorben dengan ion logam, sehingga adsorpsinya menjadi rendah.

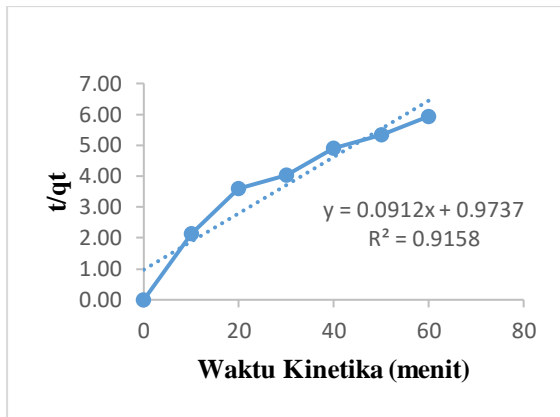
3.3 Pengujian Model Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Zat Warna *Direct Brown* menggunakan Hidroksiapatit

3.2.1 Kinetika Adsorpsi

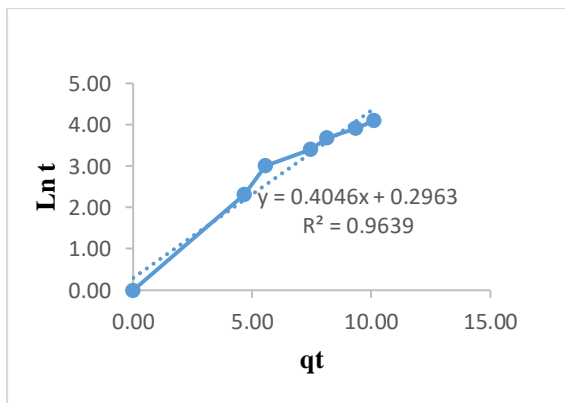
Kinetika adsorpsi yang diuji adalah *Pseudo First Orde*, *Pseudo Second Orde*, *Elovich* dan *Intraparticle Diffusion*. Untuk menentukan kecocokan kinetika dapat dilihat dari nilai *Correlation Factor* (R^2) yang diperoleh. Nilai R^2 merupakan nilai yang menunjukkan tingkat linearitas suatu kurva, semakin besar nilainya maka semakin representatif hasilnya. Reaksi yang hanya tergantung pada konsentrasi salah satu reaktannya akan mengikuti model kinetika orde satu sedangkan model kinetika orde dua tergantung pada kuadrat konsentrasi salah satu reaktannya atau konsentrasi dua reaktan yang terlibat.



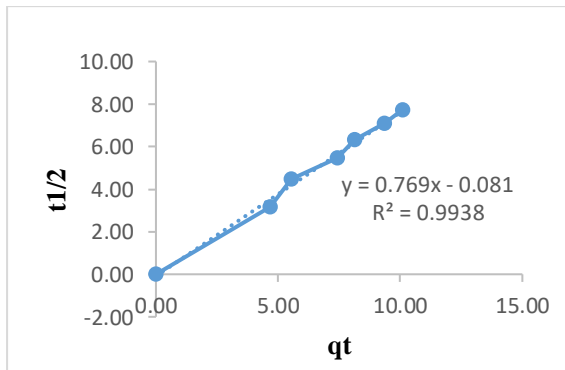
Gambar 4. *Pseudo First Orde*



Gambar 5. Pseudo Second Orde



Gambar 6. Kinetika Elovich



Gambar 7. Intraparticle diffusion

Dari Gambar 4 sampai 7 dapat diketahui nilai R^2 yang paling mendekati 1

adalah persamaan kinetika *Intraparticle Diffusion* pada pH 6 dan massa adsorben 0,5 gr, dengan nilai R^2 adalah 0,9938 dan konstanta laju adsorpsi atau k adalah 0,769.

Weber-Morris menemukan bahwa pada banyak kasus adsorpsi, padatan terlarut terserap secara proporsional dengan $t^{1/2}$. Berdasarkan gambar 7 plot dari Q_t terhadap $t^{1/2}$ harus linier dan melewati titik-titik aslinya, bila tidak hal ini menandakan bahwa difusi intrapartikel bukanlah penentu laju adsorpsi (Wu dkk, 2005). Untuk model Weber-Morris dapat dilihat bahwa dalam penelitian ini dapat digunakan model kinetika *Intraparticle diffusion* dikarenakan R^2 mendekati 1.

3.2.3 Isoterm Adsorpsi

Model kesetimbangan yang diuji adalah model kesetimbangan Langmuir, Freundlich, Harkins Jura, Temkin, dan Dubinin-Raduskevich. Untuk menentukan kecocokan model kesetimbangan dapat dilihat dari nilai *Correlation Factor* (R^2) yang diperoleh (Ghahremani, dkk, 2013).



Tabel 1. Data hasil perhitungan pada metode Langmuir

pH	C0 (ppm)	1/Qe	1/Ce	B (1/Qm)	Qm	A (1/Qm.KL)	KL	R2
6	30,0109	0,0724	0,0617	0,1089	9,1827	-0,6552	-0,1662	0,9762
	30,3370	0,0689	0,0632					
	30,5543	0,0637	0,0673					
7	30,1196	0,0697	0,0634	0,1487	6,7249	-1,2298	-0,1209	0,9859
	30,3913	0,0580	0,0760					
	30,6087	0,0535	0,0839					
8	30,1739	0,0630	0,0699	0,1364	7,3314	-0,8834	-0,1544	0,4221
	30,5000	0,0630	0,0863					
	30,7174	0,0504	0,0919					

Tabel 2. Data hasil perhitungan pada metode Freundlich

pH	C0 (ppm)	ln Qe	ln Ce	B (ln Kf)	kf	A(1/n)	n	R2
6	30,0109	2,6250	2,7854	4,6005	99,5341	-0,6899	-1,4495	0,9837
	30,3370	2,6749	2,7617					
	30,5543	2,7541	2,6979					
7	30,1196	2,6636	2,7582	5,5522	257,8041	-1,0480	-0,9542	0,9973
	30,3913	2,8466	2,5774					
	30,6087	2,9283	2,4776					
8	30,1739	2,7644	2,6606	4,3971	81,2150	-0,6728	-1,4863	0,3949
	30,5000	2,7644	2,4499					
	30,7174	2,9875	2,3870					

Tabel 3. Data hasil perhitungan pada metode Harkins Jura

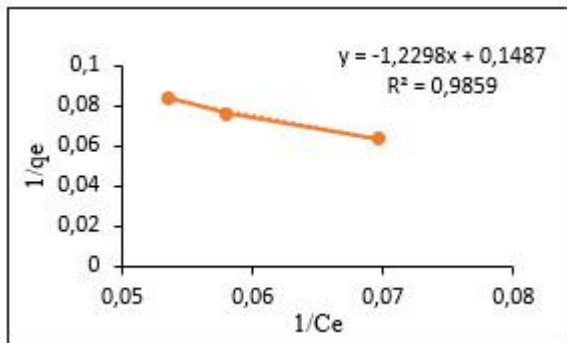
pH	C0 (ppm)	Qe ²	1/Qe ²	log ce	A (-1/HA)	HA	B(HB/HA)	HB	R2
6	30,0109	190,5600	0,0052	1,2097	32,3530	0,0309	1,0421	0,0322	0,9736
	30,3370	210,5653	0,0047	1,1994					
	30,5543	246,6948	0,0041	1,1717					
7	30,1196	205,8601	0,0049	1,1979	59,1600	0,0169	0,9124	0,0154	0,9877
	30,3913	296,8130	0,0034	1,1194					
	30,6087	349,5274	0,0029	1,0760					
8	30,1739	251,8431	0,0040	1,1555	40,6940	0,0246	0,9332	0,0229	0,3949
	30,5000	251,8431	0,0040	1,0640					
	30,7174	393,5048	0,0025	1,0366					

**Tabel 4.** Data hasil perhitungan pada metode Temkin

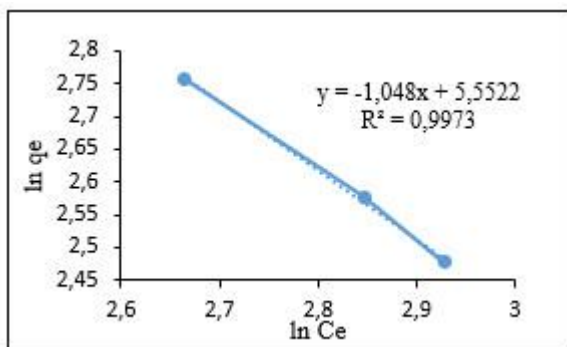
pH	C0 (ppm)	Qe	ln Ce	A(rt/bln ce)	b	b(RT/b ln KT)	KT	R2
6	30,0109	13,8043	2,7854					
	30,3370	14,5109	2,7617	-0,0468	-149932,7507	3,4351	204,4482	0,9878
	30,5543	15,7065	2,6979					
7	30,1196	14,3478	2,7582					
	30,3913	17,2283	2,5774	-0,0643	-108061,3846	3,6817	157,9306	0,9996
	30,6087	18,6957	2,4776					
8	30,1739	15,8696	2,6606					
	30,5000	15,8696	2,4499	-0,0398	-168400,4358	3,1761	212,3170	0,3949
	30,7174	19,8370	2,3870					

Tabel 5. Data hasil perhitungan pada metode Dubinin - Raduskevich

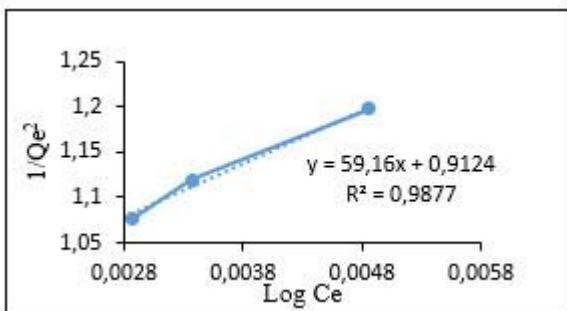
pH	C0 (ppm)	RTln1+1/Ce	ln Qe	B (ln QD)	QD	A=BD	R2
6	30,0109	150,8330	2,6250				
	30,3370	154,3499	2,6749	1,2279	3,4141	0,0093	0,9814
	30,5543	164,1948	2,7541				
7	30,1196	154,8658	2,6636				
	30,3913	184,4587	2,8466	1,8083	6,1001	0,0056	0,9926
	30,6087	203,0530	2,9283				
8	30,1739	170,2271	2,7644				
	30,5000	208,5372	2,7644	2,1045	8,2030	0,0034	0,4200
	30,7174	221,4999	2,9875				



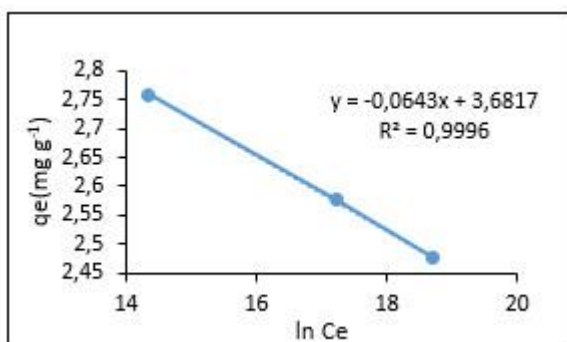
Gambar 8. Hubungan $1/C_e$ dengan $1/q_e$ pada Model Isoterm Langmuir untuk adsorpsi *Direct Brown* Menggunakan Hidroksiapatit



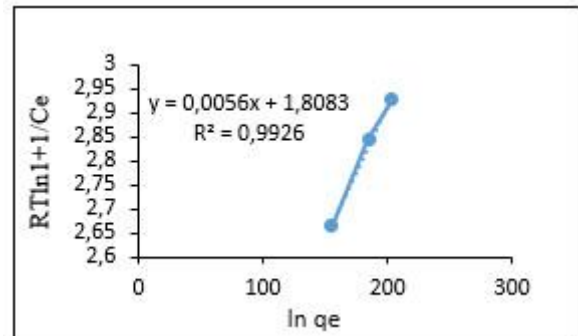
Gambar 9. Hubungan $\ln C_e$ dengan $\ln q_e$ pada Model Isoterm Freundlich untuk Adsorpsi *Direct Brown* menggunakan Hidroksiapatit



Gambar 10. Hubungan $\text{Log } C_e$ dengan $1/Q_e^2$ pada Model Isoterm Harkins Jura untuk Adsorpsi *Direct Brown* menggunakan Hidroksiapatit



Gambar 11. Hubungan $\ln C_e$ dan q_e pada Model Isoterm Temkin untuk Adsorpsi *Direct Brown* menggunakan Hidroksiapatit



Gambar 12. Hubungan $\ln q_e$ dengan $RT \ln 1+1/C_e$ pada Model Isoterm Dubinin Raduskevich untuk Adsorpsi *Direct Brown* menggunakan Hidroksiapatit

Berdasarkan kelima gambar diatas, maka dapat ditentukan model isoterm adsorpsinya. Hal ini untuk mengetahui jenis adsorpsi yang terjadi. Setelah mengetahui jenis adsorpsi yang terjadi maka dapat diketahui ikatan yang terjadi. Jika dilihat dari kelima model yang digunakan, model isoterm adsorpsi yang mewakili kelima percobaan proses adsorpsi adalah model kesetimbangan adsorpsi Temkin yaitu sebesar 0,9996. Isoterm adsorpsi Temkin merupakan adsorpsi pada permukaan heterogen yang mempunyai sifat yang irreversible. Model ini didasarkan pada hipotesis fisika dimana tidak terjadi interaksi, selain itu molekul adsorben dan energi adsorpsi terdistribusi secara heterogen dengan membentuk lapisan monolayer di atas permukaan adsorben dan tidak terjadi lagi perpindahan zat dari adsorbat ke adsorben (Sari, I,P dan Widiastuti, N, 2010).



4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini yaitu waktu kesetimbangan adsorpsi *direct brown* menggunakan hidroksiapatit dicapai selama 150 menit. Semakin besar dosis adsorben maka semakin banyak pula gugus aktif yang tersedia. Efisiensi adsorpsi ditandai dengan semakin banyaknya komponen yang terpisah dari suatu fluida yang berpindah ke permukaan adsorben. Mekanisme adsorpsi memenuhi model isoterm adsorpsi Temkin, dimana nilai $R^2 = 0,9926$. Persamaan pada plot antara $\ln Q_e$ dan $RT \ln(1+1/C_e)$ pada masing-masing variasi pH menghasilkan nilai Q_D . Nilai Q_D pada pH 6,7 dan 8 masing-masing yaitu sebesar 3,4141 ; 6,001 dan 8,2030. Kapasitas adsorpsi paling besar terjadi pada pH 8. Kinetika adsorpsi yang digunakan pada penelitian ini adalah *intraparticle diffusion* yang R^2 nya mendekati 1 yaitu 0,9938.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing karena telah memberikan masukan dan arahan serta bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Barka, N., Qourzal, S., Assabbane, A., Nounah, A., & Ait-Ichou, Y. (2011). Removal of Reactive Yellow 84 from

aqueous solutions by adsorption onto hydroxyapatite. *Journal of Saudi Chemical Society*, 15(3), 263–267.

Fernane, F., & Zafour, A. H. (2013). Treatment Water Polutted with Heavy Metal by Sorption on Hydroxyapatites. *ICOEST'2013 - CAPPADPCIA*, 1-6.

Ghahremani, D., Mobasherpour, I., Salahi, E., Ebrahimi, M., Manafi, S., & Keramatpour, L. (2017). Potential of nano crystalline calcium hydroxyapatite for Tin(II) removal from aqueous solutions: Equilibria and kinetic processes. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S461–S471.

Hasnani, A.E., Elsherif, K. M., Alfaqih, F., Alomammy, M., dan Alomammy, S. (2018) Biosorption Of Eriochrome Black t (EBT) onto Waste Tea Powder : Equilibrium and Kinetic Studies. *To Chemistry Journal*. 1(3), 2581-7507.

Kul, A. R., Aldemir, A., Alkan, S., Elik, H., & Caliskan, M. (2019). Adsorption of Basic Blue 41 using *Juniperus excelsa*: Isotherm, kinetics and thermodynamics studies. *Turkish Journal Park Academic Environmental Research and Technology*, 2(3), 112-121.

Lukcita, G. K., Aziz, Y., dan Akbar, F. (2018). Sintesis Hidroksiapatit Dari



- Precipitated Calcium Carbonate (PCC) Cangkang Telur Itik Melalui Proses Sol-Gel Dengan Variasi Rasio Reaktan Ca/P Dan Waktu Aging. *Skripsi*. Pekanbaru : Universitas Riau.
- Lukito, M. A., & Michelle, W. S. (2013). Sintesis Hidroksiapatit dari Kulit Telur Ayam dan Penggunaannya sebagai Adsorben Larutan Zat Warna Metilen Biru. *Skripsi*. Bandung: Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan.
- Sari, I. P., dan Widiastuti, N. 2010. Adsorpsi Methylen Blue dengan Abu Dasar PT. Ipmomi Probolinggo Jawa Timur dan Zeolit Berkarbon. *Prosiding Kimia FMIPA-ITS*. Institut Sepuluh November. Surabaya.
- Weber, W. J., Morris, J.C. (1962). Kinetics Of Adsorption On Carbon From Solution. *J. Sanit Eng Div ASCE* 89, 31-59.
- Wu, Y., Wuli Yang, Changchun W., Jianhua H., Shoukuan Fu. 2005. Chitosan nanoparticles as a novel delivery System for ammonium glycyrrhizinate. *International Journal of Pharmaceutics* 295: 235-245.