

MEKANISME ADSORBEN ZEOLIT DAN MANGANESE ZEOLIT TERHADAP LOGAM BESI (Fe)

MECHANISM OF ZEOLITE AND MANGANESE ZEOLITE ADSORBENT TO IRON METAL (Fe)

Abu Hasan¹, Muhammad Yerizam¹, Muhammad Habib Yahya*¹

¹(Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Kimia industri/ Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya)
Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang, Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918
*e-mail : *Habibyahya@gmail.com,

ABSTRACT

Iron (Fe) is an essential metal whose presence in certain amounts is needed by living organisms, but in excess amounts it can cause toxic effects. This study aims to determine the effect of optimum contact time and optimum mass variation on Fe metal reduction using zeolite and manganese zeolite adsorbents. In addition, isotherm studies and adsorption kinetics were carried out. The variations in contact time used in this study were 0, 15, 30, 45, and 60 minutes. Meanwhile, the adsorbent mass variations used were 1 and 1.5 grams. From the results of this study it is known that the optimum time for the adsorption of Fe metal is 60 minutes with an adsorbent mass of 1.5 grams, a decrease in concentration of 51.1394% for manganese zeolite adsorbent and 47.6074% for zeolite adsorbent. The iron ion adsorption process using zeolite and manganese zeolite follows the Freundlich adsorption equation model. The adsorption rates of zeolite on ferrous metals for masses of 1 gram and 1.5 grams tend to follow the second order pseudo kinetics model.

Keywords: Manganese Zeolite, Adsorption, Zeolite, Ferrous Metal

1. PENDAHULUAN

Pembangunan di era industrialisasi memperlihatkan kemajuan yang sangat pesat. Hal ini selain meningkatkan kualitas hidup manusia juga menimbulkan dampak sampingan berupa buangan atau limbah industri yang akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu zat buangan industri yang dapat menyebabkan pencemaran adalah logam berat, (Sumayya dkk, 2017). Kehadiran logam berat dalam lingkungan menjadi masalah yang cukup serius, mengingat debit mereka yang semakin meningkat, sifat toksik logam berat, serta masuknya logam berat ke badan air yang dapat mempengaruhi kualitas air (Purwaningsih, 2009). Logam berat yang terdapat dalam air mudah terserap dalam fitoplankton yang merupakan titik awal dari rantai makanan dan selanjutnya akan sampai ke organisme lainnya termasuk manusia (Purnomo dkk, 2007).

Logam Fe merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebih dapat menimbulkan efek racun. Tingginya kandungan logam Fe akan berdampak terhadap kesehatan manusia diantaranya bisa menyebabkan keracunan (muntah), kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, radang sendi, gusi berdarah, kanker, sirosis

ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, insomnia (Supriyantini dkk, 2015).

Berdasarkan bahaya yang dapat ditimbulkan oleh logam Fe, banyak metode yang telah dikembangkan untuk menurunkan kadar logam berat dari perairan. seperti koagulasi, kompleksasi, ekstraksi pelarut, pertukaran ion, dan adsorpsi, (Banat dkk, 2015). Adsorpsi telah terbukti sebagai suatu metoda yang lebih efektif untuk menyerap logam berat dari air limbah jika dibandingkan dengan proses lain seperti pengendapan kimia, pertukaran ion, osmosis terbalik, dan elektrolisis. Karena Adsorpsi prosesnya yang relatif sederhana, murah dan dapat bekerja pada konsentrasi rendah, (Eren dkk, 2015).

Adsorpsi suatu logam dapat menggunakan adsorben, contohnya yaitu zeolit. Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul dimungkinkan karena struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan rongganya (Khulsum dkk, 2018). Berdasarkan penelitian Hasni, dkk (2015) yang menggunakan zeolit alam untuk adsorpsi Fe dengan ukuran 40, 60, 80, dan 100 mesh menunjukkan bahwa zeolit alam teraktivasi berukuran 100 mesh memberikan hasil maksimum dengan persentase penurunan sebesar 58,50%. Penelitian lainnya dilakukan Arum (2015) menggunakan variasi adsorben yaitu karbon aktif, bentonit dan zeolit dalam menyerap logam mangan

(Mn) dengan variasi waktu kontak 10, 20, dan 30 menit. Didapatkan hasil adsorben yang terbaik menyerap logam mangan yaitu zeolit dengan persentase penurunan 96,97%. Salah satu jenis filter yang sering digunakan dalam pengolahan air yaitu manganese zeolit. Misalnya penelitian dari Purwono (2013) menggunakan manganese zeolit sebagai filter untuk pengolahan air dan didapatkan hasil, kadar kekeruhan mengalami penurunan sebesar 57,9% (debit 0,5 lt/menit) serta kadar mangan (Mn) mengalami penurunan sebesar 29,9% (debit 0,5 lt/menit). Namun belum ditemukan penelitian yang menggunakan manganese zeolit sebagai adsorben untuk menyerap kandungan logam besi (Fe) dengan menerapkan proses adsorpsi.

Maka berdasarkan latar belakang ini, penulis melakukan penelitian untuk mempelajari mekanisme adsorpsi dari zeolit dan manganese zeolit teraktivasi terhadap penurunan kadar logam Fe dengan variasi waktu kontak dan massa adsorben kemudian hasil yang paling optimum, serta mempelajari kinetika adsorpsinya.

Permasalahan pada penelitian ini yaitu mencari waktu dan berat optimum dari adsorben terhadap penurunan logam besi serta menentukan model isotherm adsorpsi dan kinetika adsorpsinya.

Tujuan dari penelitian ini memperoleh waktu kontak optimum dan berat optimum adsorben terhadap penurunan logam besi, menentukan model isotherm adsorpsi logam besi menggunakan zeolit dan manganese zeolit, serta menentukan model kinetika adsorpsi logam Fe menggunakan zeolit dan manganese zeolit.

1.1 Zeolit dan Manganese Zeolit

Zeolit mempunyai struktur kerangka tiga dimensi terbentuk dari tetrahedral $[\text{SiO}_4]^{4-}$ dan $[\text{AlO}_4]^{5-}$. Kedua tetrahedral di atas dihubungkan oleh atom-atom oksigen, menghasilkan struktur tiga dimensi terbuka dan berongga yang di dalamnya diisi oleh atom-atom logam. Manganese zeolit adalah zeolit sintetis yang permukaannya dilapisi oleh mangan oksida tinggi. Manganese zeolit ($\text{K}_2\text{Z.MnO.Mn}_2\text{O}_7$) berfungsi sebagai media filter digunakan dalam sistem filtrasi untuk mengoksidasi, menghilangkan besi, mangan, dan hidrogen sulfida.

1.2 Isotherm Adsorpsi

Model isotherm adsorpsi yang dapat menggambarkan pola adsorpsi adsorbat pada permukaan adsorben biasanya dengan menggunakan model isotherm Langmuir dan Freundlich.

Model isotherm adsorpsi Langmuir didasarkan pada asumsi bahwa energi adsorpsi tergantung pada penutupan situs aktif pada adsorben yang mana situs aktif pada adsorben tersebut bersifat homogen sehingga apabila situs aktif telah tertutup adsorbat menyebabkan adsorben hanya akan mampu membentuk satu lapisan adsorbat (monolayer) pada permukaannya. (Yanti,

2016). Model adsorpsi isotherm Langmuir dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{Q} + \frac{1}{Qb} \cdot \frac{1}{C_e} \quad (1)$$

(Ho, 2006)

Dimana: q_e = jumlah adsorbat yang teradsorpsi per berat adsorben (mg/g).

C_e = konsentrasi kesetimbangan dari adsorbat (mg/L).

b = Kapasitas adsorpsi

K_L = Konstanta adsorpsi Langmuir (L/mg)

Nilai dari Q dan b dapat dihitung dari intersep dan slope dari plot $1/q_e$ dan $1/C_e$.

Model isotherm Freundlich menjelaskan bahwa proses adsorpsi pada bagian permukaan adalah heterogen dimana tidak semua permukaan adsorben mempunyai daya adsorpsi. Bentuk persamaan Freundlich adalah sebagai berikut:

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (2)$$

(Ho, 2006)

Dimana: Konstanta K_f dan n adalah konstanta Freundlich yang nilainya signifikan terhadap kapasitas adsorpsi dan intensitas dari adsorpsi. Nilai K_f dan n dapat diketahui dari nilai intersep dan slope dari plot $\log q_e$ dan $\log C_e$.

1.3 Kinetika Adsorpsi

Model kinetika adsorpsi yang digunakan untuk studi kinetika pada penelitian ini antara lain persamaan model kinetika pseudo orde pertama oleh Langergren dan model kinetika pseudo orde kedua oleh McKay & Ho. (Liu, 2004). Model kinetika pseudo orde satu yang biasa digunakan untuk menggambarkan adsorpsi ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$-\frac{dq_t}{dt} = k(Qe - qt) \quad (3)$$

(Ho, 2006)

Model kinetika pseudo orde dua dinyatakan dalam bentuk:

$$-\frac{dq_t}{dt} = k(Qe - qt)^2 \quad (4)$$

(Ho, 2006)

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan laboratorium, kertas saring, neraca analitik, dan furnace. Untuk keperluan analisis digunakan alat instrumen *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) tipe GBC 932 Plus.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Zeolit, Manganese zeolit, aquades, NaOH, dan Ferri Sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$).

2.3 Prosedur penelitian

Sebelum melakukan proses adsorpsi logam Fe, adsorben yang akan digunakan dilakukan proses aktivasi terlebih dahulu dengan larutan NaOH lalu adsorben dikeringkan menggunakan furnace. Selanjutnya dilakukan proses adsorpsi logam besi (Fe) dengan menggunakan adsorben zeolit dan manganese zeolit dengan variasi berat 1 dan 1,5 gram serta variasi waktu 0, 15, 30, 45, dan 60 menit. volume adsorbat yang digunakan sebanyak 50 ml dengan konsentrasi 100 ppm. Pengujian kadar logam menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectropotometry*) tipe GBC 932 Plus yang mana metode yang digunakan dalam percobaan ini yaitu metode APHA, lalu selanjutnya menghitung kapasitas, isoterm dan kinetika adsorpsi logam besi menggunakan model pseudo satu dan pseudo dua.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adsorben yang digunakan untuk mengadsorpsi besi perlu diaktivasi terlebih dahulu. Aktivasi ini bertujuan untuk memperbanyak jumlah sisi aktif adsorben sehingga dapat meningkatkan daya serap dari adsorben tersebut. (Sudiarta, 2009).

Data dari proses adsorpsi logam Fe menggunakan adsorben zeolit dan manganese zeolit dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Data Proses Adsorpsi Besi (Fe) Menggunakan Zeolit

Berat (gram)	Volume (liter)	Waktu (menit)	Konsentrasi (ppm)	Efisiensi Penyerapan (%)
1	0,05	0	100,2500	0
		15	74,2199	25,9652
		30	53,2827	46,8502
		45	52,8613	47,2706
		60	53,3089	46,8240
1,5	0,05	0	100,2500	0
		15	70,8848	29,2920
		30	53,3613	46,7718
		45	53,2827	46,8502
		60	53,5236	47,6074

Tabel 2. Data Proses Adsorpsi Besi (Fe) Menggunakan Manganese Zeolit

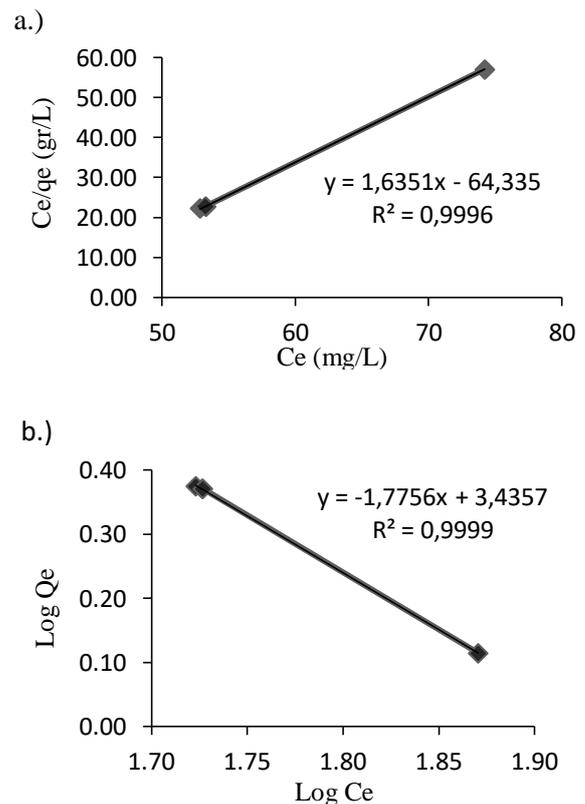
Berat (gram)	Volume (liter)	Waktu (menit)	Konsentrasi (ppm)	Efisiensi Penyerapan (%)
1	0,05	0	100,2500	0
		15	67,6897	32,4791
		30	51,7126	48,4163
		45	50,4195	49,7062
		60	49,2126	50,9100
1,5	0,05	0	100,2500	0
		15	65,5747	34,5888
		30	51,4253	48,7030
		45	50,4483	49,6775
		60	48,9828	51,1394

Berdasarkan Tabel 1 dan 2 dapat dianalisa bahwa efisiensi penyerapan menggunakan adsorben manganese zeolit lebih baik dari adsorben zeolit dalam menyerap logam besi, hal itu dibuktikan dari hasil yang didapatkan adsorpsi menggunakan manganese zeolit pada waktu 60 menit yang merupakan waktu optimum

dan massa 1,5 gram terjadi penurunan konsentrasi logam besi sampai 51,1394% sementara dengan zeolit dengan waktu dan massa yang sama penurunan yang didapatkan 47,6074%. Dari Tabel 1 dan 2 dianalisa pula konsentrasi besi semakin menurun seiring dengan lamanya proses adsorpsi. Konsentrasi besi yang menurun seiring dengan semakin lamanya waktu adsorpsi menyebabkan konsentrasi besi yang diserap dalam adsorben juga meningkat sehingga adsorben mengalami kapasitas jenuh penyerapan.

3.1 Isoterm Adsorpsi

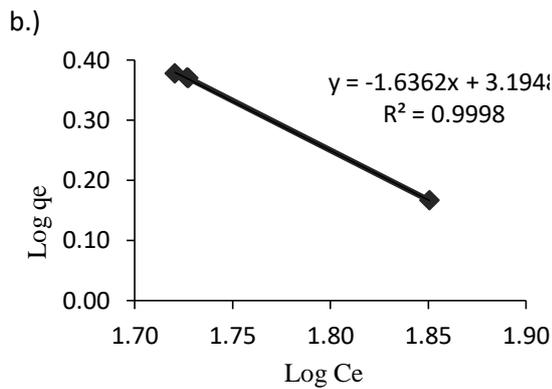
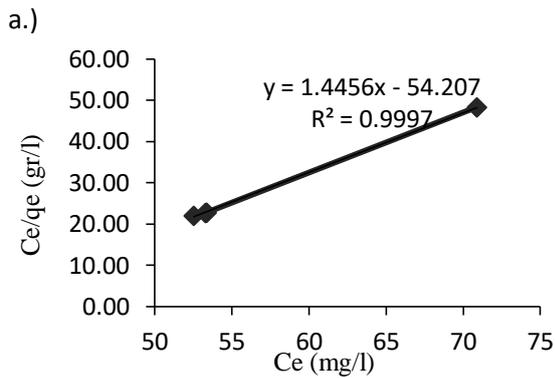
Tipe isoterm adsorpsi dapat digunakan untuk mengetahui mekanisme adsorpsi adsorben zeolit dan manganese zeolit terhadap ion Fe. Adsorpsi fase padat-cair pada umumnya menganut tipe isotherm Freundlich dan Langmuir (Atkins, 2006).



Gambar 3. (a)Isoterm Langmuir (b)Isoterm Freundlich adsorpsi logam besi menggunakan adsorben zeolit 1 gram

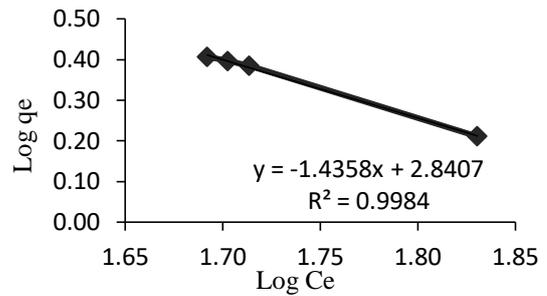
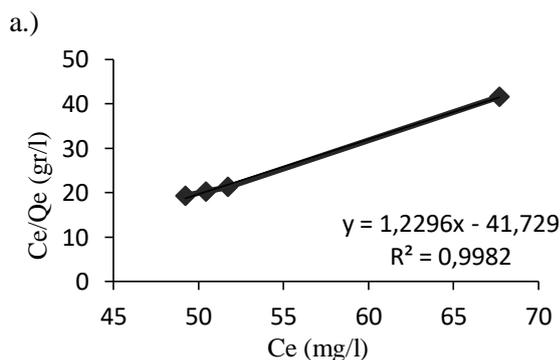
Berdasarkan Gambar 3 diatas jika dilihat dari nilai koefisien determinan (R^2) persamaan isoterm Freundlich lebih sesuai untuk proses adsorpsi logam besi menggunakan adsorben zeolit dengan berat 1 gram dianggap mengikuti isoterm Freundlich. Hal tersebut dikarenakan linieritas untuk Isoterm Freundlich ini lebih besar dibandingkan dengan menggunakan isoterm Langmuir. Menurut Kundari & Wiyuniati (2008) untuk menentukan apakah data hasil percobaan mengikuti model kesetimbangan Langmuir atau Freundlich, maka

dapat ditentukan dari nilai koefisien determinan (R^2) yang lebih mendekati 1.



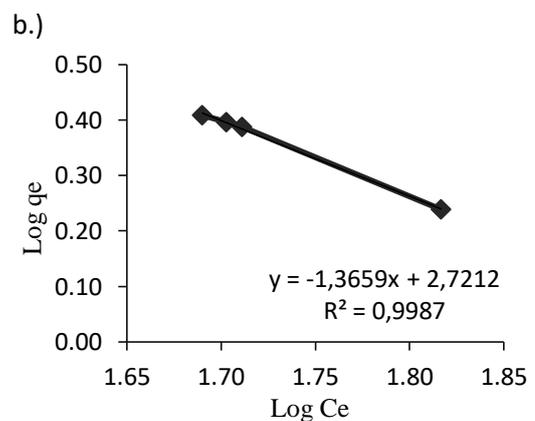
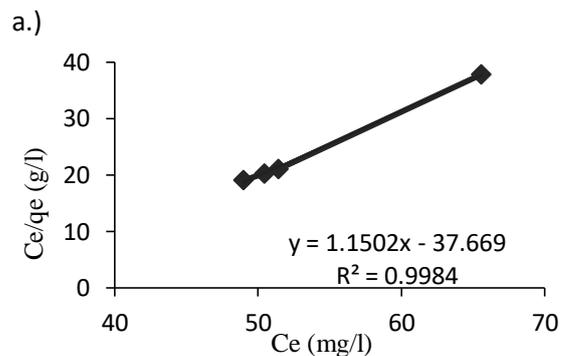
Gambar 4. (a)Isoterm Langmuir (b)Isoterm Freundlich adsorpsi logam besi menggunakan adsorben zeolit 1,5 gram

Gambar 4 merupakan hasil linierisasi data eksperimental dengan model Isoterm Langmuir (a) dan Isoterm Freundlich (b). Nilai koefisien determinan (R^2) Isoterm Freundlich lebih mendekati 1 daripada nilai koefisien determinan Isoterm Langmuir sehingga dapat diartikan bahwa isoterm adsorpsi logam besi menggunakan adsorben zeolit 1,5 gram dianggap mengikuti isoterm Freundlich. Penelitian yang serupa, pernah dilakukan oleh Schmuhl dkk. (2001) tentang adsorpsi ion logam Cu^{2+} yang menggunakan zeolit sebagai adsorben, model Freundlich dipilih karena nilai R^2 mendekati harga 1 yaitu sebesar 0,95 sedangkan harga R^2 dengan model langmuir 0,385.



Gambar 5. (a)Isoterm Langmuir (b)Isoterm Freundlich adsorpsi logam besi menggunakan adsorben manganese zeolit 1 gram

Gambar 5 diatas yaitu hasil linierisasi data eksperimental isoterm adsorpsi logam besi menggunakan adsorben manganese zeolit 1 gram, sehingga diketahui nilai koefisien determinan (R^2) dari isoterm Freundlich lebih besar dari isoterm Langmuir: 0,9982 dan 0,9984. Hal ini membuktikan bahwa isoterm adsorpsi logam besi menggunakan adsorben manganese zeolit 1,5 gram mengikuti model isoterm Freundlich. Adsorpsi ion Fe oleh adsorben zeolit 1 gram yang sesuai dengan pola Isotherm Adsorpsi Freundlich mengindikasikan bahwa adsorpsi bersifat heterogen dengan energi ikatan yang lemah sehingga membentuk multilayer.



Gambar 6. (a)Isoterm Langmuir (b)Isoterm Freundlich adsorpsi logam besi menggunakan adsorben manganese zeolit 1,5 gram

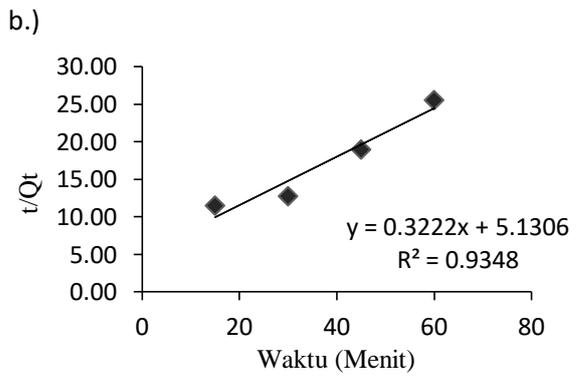
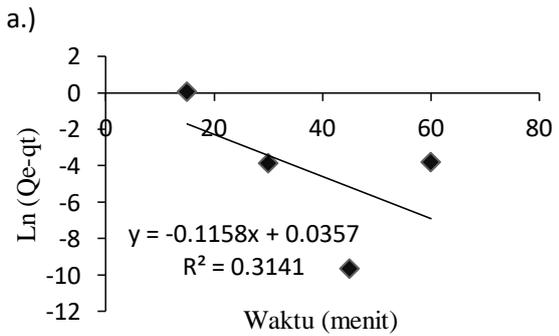
Pada Gambar 6 yaitu isoterm adsorpsi logam besi menggunakan adsorben manganese zeolit diketahui bahwa linearitas dari isoterm Langmuir lebih besar dari isoterm Freundlich yaitu untuk manganese zeolit 1 gram: 0,9982 dan 0,9984 juga untuk manganese zeolit 1,5 gram 0,9987 dan 0,9983. Hal ini menandakan bahwa adsorpsi logam besi menggunakan adsorben manganese zeolit juga mengikuti model isoterm Freundlich, Jika adsorpsi mengikuti tipe isoterm freundlich maka menunjukkan bahwa mekanisme adsorpsi terjadi secara fisisorpsi sehingga ikatan antara zeolit dengan besi bersifat lemah dan membentuk lapisan multilayer. Ikatan yang bersifat lemah ini diharapkan mudah mengalami desorpsi sehingga adsorben dapat digunakan kembali.

3.2 Kinetika Adsorpsi

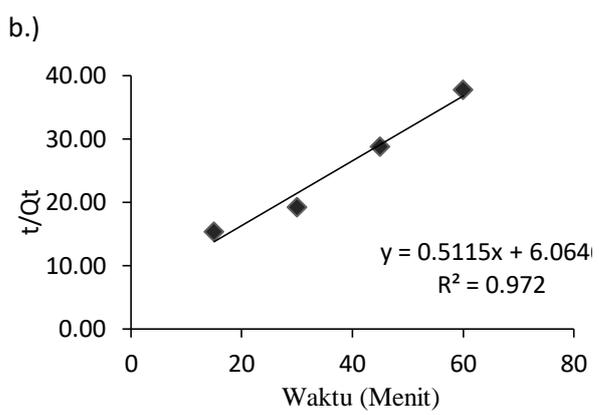
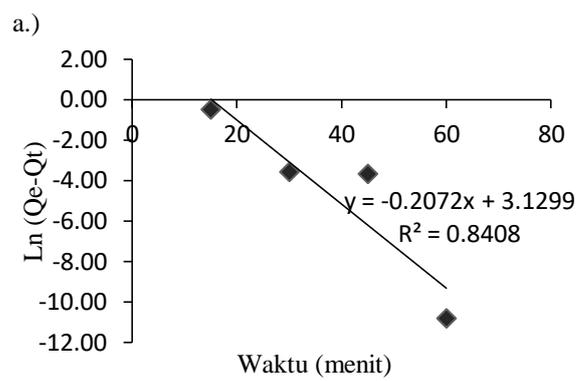
Kinetika adsorpsi digunakan untuk mengetahui laju adsorpsi yang terjadi pada adsorben terhadap adsorbat dan dipengaruhi oleh waktu. Penentuan persamaan kinetika adsorpsi logam besi menggunakan adsorben zeolit dan manganese zeolit menggunakan orde reaksi. Model kinetika reaksi yang digunakan pada penelitian ini adalah pseudo order satu, dan pseudo order dua.

Model kinetika pseudo order satu diturunkan berdasarkan persamaan laju reaksi Lagergren. Pada 1898, Lagergren pertama kali memperkenalkan persamaan untuk adsorpsi cair-padat berdasarkan kapasitas padatan (Ho, 2004). Model kinetika pseudo order dua tergantung pada kemampuan mengadsorpsi masing-masing fase padat. Menurut Ho dan McKay (1999), jika diasumsikan bahwa kapasitas mengadsorpsi proporsional terhadap jumlah situs aktif (active site) pada adsorben.

Kinetika adsorpsi logam Fe dengan adsorben zeolite dan manganese zeolit dapat diketahui dengan membuat grafik. Grafik untuk pseudo orde satu dibuat dengan memplot antar t/q_t dengan variasi waktu kontak (menit) dan untuk orde dua dibuat dengan memplot antara $\ln(Q_e - q_t)$ dengan variasi waktu kontak (menit). dimana Q_e adalah kapasitas adsorpsi pada saat kesetimbangan, q_t adalah kapasitas adsorpsi pada saat waktu t .



Gambar 7.(a) Pseudo orde satu (b) Pseudo orde dua, Kinetika adsorpsi logam besi menggunakan adsorben zeolit 1 gram



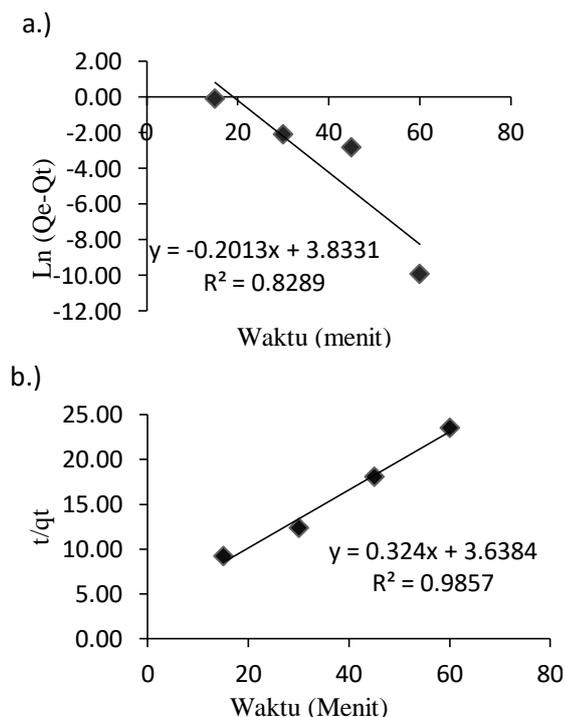
Gambar 8.(a) Pseudo orde satu (b) Pseudo orde dua, Kinetika adsorpsi logam besi menggunakan adsorben zeolit 1,5 gram

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 7 yaitu model pseudo orde satu dan dua kinetika adsorpsi logam besi menggunakan adsorben zeolit 1 gram dan Gambar 8 kinetika adsorpsi logam besi menggunakan adsorben zeolit 1,5 gram sehingga dapat ditentukan parameter kinetika adsorpsinya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 .

Tabel 3. Data Perhitungan Parameter Kinetika Adsorpsi Logam Fe dengan Adsorben Manganese Zeolit

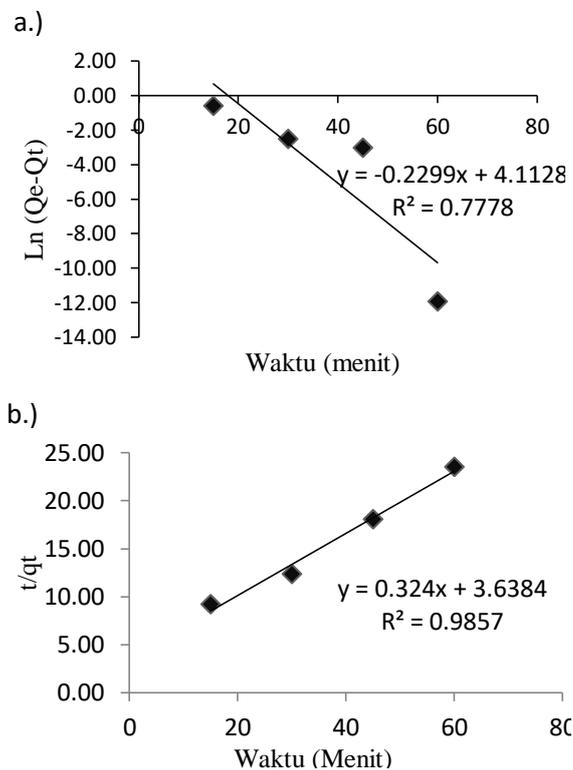
Massa Adsorben (gram)	Orde Reaksi	K (menit) ⁻¹	R ²
1	Pseudo orde 1	0,1158	0,3141
	Pseudo orde 2	0,02023	0,9348
1,5	Pseudo orde 1	0,2072	0,8408
	Pseudo orde 2	0,04314	0,9720

Berdasarkan data perhitungan parameter kinetika adsorpsi pada Tabel 3 diketahui bahwa adsorpsi logam Fe dengan adsorben zeolit 1 gram dan 1,5 gram paling cocok mengikuti model kinetika Ho pseudo orde dua yang ditandai dengan nilai koefisien determinasi (R²) paling besar, untuk 1 gram adsorben zeolit dengan nilai R²= 0,9348 dan m-1 dan untuk 1,5 gram zeolit dengan nilai R²=0,9720. Proses adsorpsi yang mengikuti model kinetika pseudo orde dua memiliki makna bahwa kecepatan penyerapan adsorben baik zeolit maupun manganese zeolit terhadap logam besi per satuan waktu (dq/dt) berbanding lurus dengan kapasitas adsorben yang masih kosong (qe-qt), sehingga pada awal proses adsorpsi memiliki pengurangan konsentrasi larutan yang cukup drastis, kemudian kecepatan adsorpsi terus menurun hingga tercapai kondisi setimbang (Angela dkk, 2015).



Gambar 9.(a) Pseudo orde satu (b) Pseudo orde dua, Kinetika adsorpsi logam besi menggunakan adsorben manganese zeolit 1 gram

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 9 yaitu model pseudo orde satu dan pseudo orde dua kinetika adsorpsi logam besi menggunakan adsorben manganese zeolit 1 gram, dan Gambar 10 pseudo orde satu dan pseudo orde dua kinetika adsorpsi menggunakan adsorben manganese zeolit 1,5 gram ditentukan parameter kinetika adsorpsinya pada Tabel 4 dibawah ini.



Gambar 10.(a) Pseudo orde satu (b) Pseudo orde dua, Kinetika adsorpsi logam besi menggunakan adsorben manganese zeolit 1,5 gram

Ditinjau dari hasil perhitungan parameter kinetika adsorpsi pada Tabel 4 diketahui bahwa adsorpsi logam Fe dengan adsorben manganese zeolit 1 gram dan 1,5 gram juga mengikuti model kinetika Ho pseudo orde dua yang ditandai dengan nilai koefisien determinasi (R²) paling tinggi, untuk 1 gram adsorben zeolit dengan nilai R²= 0,9857 dan untuk 1,5 gram zeolit dengan nilai R²=0,9916. Proses adsorpsi yang mengikuti model kinetika pseudo orde dua memiliki makna bahwa kecepatan penyerapan adsorben baik zeolit maupun manganese zeolit terhadap logam besi per satuan waktu (dq/dt) berbanding lurus dengan kapasitas adsorben yang masih kosong (qe-qt), sehingga pada awal proses adsorpsi memiliki pengurangan konsentrasi larutan yang cukup drastis, kemudian kecepatan adsorpsi terus menurun hingga tercapai kondisi setimbang. (Angela dkk, 2015).

Tabel 4. Perhitungan Parameter Kinetika Adsorpsi Logam Fe dengan Adsorben Manganese Zeolit

Massa Adsorben (gram)	Orde Reaksi	K (menit) ⁻¹	R ²
1	Pseudo orde 1	0,2013	0,8289
	Pseudo orde 2	0,02885	0,9857
1,5	Pseudo orde 1	0,2299	0,7778
	Pseudo orde 2	0,05400	0,9916

Tabel 5. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Peneliti Terdahulu

Jenis Adsorben	Jenis Logam	Waktu (menit)	Berat (gram)	Efisiensi (%)	Isoterm Adsorpsi	Orde Reaksi	Peneliti
Zeolit	Besi (Fe)	20	TD	30,33	TD	TD	Aidha(2013)
Manganese Zeolit	Mangan (Mn)	45	5	48	Freundlich	TD	Rachmawati (2015)
Zeolit	Besi (Fe)	120	TD	75,5111	Freundlich	Pseudo Orde 1	Alfanaar (2017)
Arang aktif	Besi (Fe)	20	2	40,12	Freundlich	Pseudo Orde 2	Tahad (2017)
Zeolit	Besi (Fe)	60	1,5	47,6074	Freundlich	Pseudo orde 2	Hasil Penelitian
Manganese Zeolit	Besi (Fe)	60	1,5	51,1394	Freundlich	Pseudo orde 2	Hasil Penelitian

Berdasarkan Tabel 5 diatas perbandingan hasil penelitian dengan peneliti terdahulu dapat diketahui perbandingan % efisiensi adsorpsi yang dihasilkan dengan menggunakan perbedaan jenis logam dan diserap dan variasi waktu serta adsorben yang digunakan. Pada penelitian yang dilakukan Aidha (2013) yaitu adsorpsi logam besi menggunakan adsorben zeolit dengan waktu 20 menit hanya didapatkan efisiensi sebesar 30,33%. Begitu pun dari penelitian yang dilakukan Rachmawati (2015) adsorpsi Mangan menggunakan adsorben manganese zeolit 5 gram dengan waktu kontak 45 menit didapatkan efisiensi 48%.

Penelitian yang dilakukan Tahad (2017) adsorpsi logam besi menggunakan adsorben arang aktif 2 gram dengan waktu kontak 20 menit didapatkan efisiensi 40,12%. Sedangkan penelitian yang dilakukan Alfanaar (2017) menggunakan adsorben zeolit untuk mengadsorpsi logam besi selama 120 menit didapatkan efisiensi 75,55%.

Dengan mengembangkan penelitian sebelumnya didapatkan hasil adsorpsi yang cukup baik. Hal tersebut dapat dilihat dengan menggunakan waktu 60 menit dan dengan berat adsorben 1,5gram untuk mengadsorpsi logam besi tercapai efisiensi sebesar 51,1394 %.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa:

1. Waktu optimum proses adsorpsi logam Fe adalah 60 menit dengan massa adsorben 1,5 gram terjadi penurunan konsentrasi sebesar 51,1394 % untuk

3.3 Perbandingan Hasil Peneliitian dengan Peneliti Terdahulu

Penelitian terdahulu dapat menjadi referensi untuk penelitian yang hendak dilakukan. Dilakukan dengan mengembangkan metode serta variasi pada objek penelitian seperti bahan baku, dan variabel yang digunakan dalam penelitian. Adapun perbandingan hasil penelitian dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 5.

adsorben manganese zeolit dan 47,6074 % untuk adsorben zeolit.

2. Pola isoterm adsorpsi zeolit dan manganese zeolit terhadap logam besi, lebih mengikuti pola isoterm Freundlich karena linieritasnya lebih mendekati 1 yaitu untuk zeolit 1 dan 1,5 gram berturut-turut 0,999 dan 0,998 sedangkan untuk adsorben manganese zeolit 1 dan 1,5 gram nilai linieritasnya berturut-turut 0,9984 dan 0,9987.
3. Kinetika adsorpsi zeolit terhadap logam besi untuk massa 1 gram dan 1,5 gram cenderung mengikuti model kinetika pseudo orde dua, berturut-turut dengan nilai $R^2 = 0,9348$ dan nilai $k = 0,02023 \text{ m}^{-1}$ dan untuk 1,5 gram zeolit dengan nilai $R^2 = 0,9720$ dan $k = 0,04314 \text{ m}^{-1}$. Sedangkan untuk adsorben manganese zeolit juga cenderung mengikuti model kinetika pseudo orde dua. untuk 1 gram adsorben zeolit dengan nilai $R^2 = 0,9857$ dan nilai $k = 0,02885 \text{ m}^{-1}$ dan untuk 1,5 gram zeolit dengan nilai $R^2 = 0,9916$ dan $k = 0,05400 \text{ m}^{-1}$.

Daftar Pustaka

- Alfanaar, R., Yuyun., Rismiarti, Z. (2017). *Studi Kinetika Dan Isoterm Adsorpsi Besi(III) Pada Zeolit Alam Dengan Bantuan Gelombang Sonikasi*. Jurnal Kimia dan Pendidikan. Vol.2, No.1, Januari 2017
- Arum, S., (2015). *EFektivitas Arang Aktif, Zeolit, dan Bentonit Terhadap Penurunan Kadar Mg²⁺ dan Mn²⁺ dalam Tiga Sumber Air*. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.

- Aidha, N., (2013). *Aktivasi Zeolit Secara Fisika Dan Kimia Untuk Menurunkan Kadar Kesadahan (Fe dan Mg) Dalam Air Tanah*. J. Kimia Kemasan, Vol.35 No.1 April 2013 : 58-64
- Angela, M., Andreas, A., dan Putranto, A., (2015) *Sintesis Karbon Aktif dari kulit Salak dengan Aktivasi H_3PO_4 sebagai Adsorben Larutan Zat Warna Metilen Blue*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan". Yogyakarta.
- APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th, ed. American Public Health Association (APHA), Washington DC, 1998
- Banat, F., Pal, P., Jwaied, N. dan Alrabadi, A.. (2015). *Extraction of Olive Oil from Olive Cake Using Soxhlet Apparatus*. American Journal of Oil and Chemical Technology, Vol.I, Issue 4, ISSN:2326-6589
- Eren, E. and Afsin, B., (2008). *An Investigation of Cu(II) Adsorption by Raw and Acid-activated Bentonite: A Combined Potentiometric, Thermodynamic, XRD, IR, DTA Study*, Journal of Hazardous Materials, 151, pp. 682–691.
- Hasni, Nasrul A. dan Sri M. (2015). *Penyisihan Fe dalam Air Tanah Menggunakan Zeolit Alam Banda Aceh Teraktivasi*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, 10 (3), 142-147.
- Hafiyah, ST. (2013). *Kinetika Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Karbon Aktif Sekam Padi (Oriza sativa L.)*, Skripsi Sarjana, Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin.
- Ho, Y. S., dan McKay, G., (1999), *Pseudo-second Order Model for Sorption Processes*, Pro. Biochem., 34, 451-465.
- Ho, Y. S., (2006), *Review of Second Order Models for Adsorption Systems*, J. Hazard. mater, B136, 681-689.
- Ho, Y. S., (2004), *Citation Review of Lagergren Kinetic Rate Equation on Adsorption Reactions*, Scientometrics 59(1), 171- 177.
- Khulsum, H., dan Suratman. (2018). *Efektivitas Variasi Ukuran Media Arang Aktif dan Zeolit Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur*. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Jendral Soedirman.
- Kurniawan. (2015). *Adsorpsi Pb (II) dalam Limbah Cair Artifisial Menggunakan Sistem Adsorpsi Kolom dengan Bahan Isian Abu Layang Batubara*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Kurniawati, P., Wiyantoko, B., Kurniawan, A., dan Purbaningtias, T. (2013). *Kinetic study of Cr(VI) Adsorption on Hydrotalcite Mg/Al with Molar Ratio 2:1*: EKSAKTA Vol. 13 No. 1-2 Agustus 2013, 11-21.
- Lestari, D.Y., (2010). *Kajian modifikasi dan karakterisasi zeolit alam dari berbagai negara, prosiding seminar nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Purwaningsih, D., (2009) "*Adsorpsi Multi Logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) dan Ni(II) pada Silika dari Abu Sekam Padi*", Jurnal Penelitian Saintek, Vol. 14, No.1, April
- Putu Aprilliana Indah Kumala Dewi", Putu Suarya, dan J. S. (2015). *Jurnal Kimia 9(2) : 235-242*.
- Purnomo, T., dan Muchyiddin. (2007). *Analisis Kandungan Timbal pada Ikan Bandeng di Tambak Kecamatan Gresik*, Jurnal Teknik Kimia, vol 14 (1):68-77
- Purwono. (2013). *Pengolahan Air Sumur Gali Menggunakan Saringan Pasir Bertekanan (Pressure Sand Filter) Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn)*. 306 Jurnal Kesehatan, Volume IV, Nomor 1, April 2013, hlm 305-314.
- Putra. (2006). *Potensi Zeolit untuk Mengolah Limbah Industri dan Radioaktif*. Badan Tenaga Nuklir. Nasional Jakarta.
- Rahmawati, N. dan Sugito.(2015). *Reduksi Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Tanah Menggunakan Media Filtrasi Manganese Greensand dan Zeolit Terpadukan Resin*. Jurnal Teknik; Volume 13; Nomor: 02; Juli 2015; Hal.63-71.
- Said, N.I. (2005). *Metode Penghilangan Zat Besi dan Mangan di dalam Penyediaan Air Minum Domestik*.Jurnal Air Indonesia (JAI), 1(5) 239-250.
- Schmuhl, R., Krieg, H.M., and Keizer, K., (2001), *Adsorption of Cu(II) and Cr(VI) ions by zeolit: Kinetics and equilibrium studies*, Water SA, Vol.27 No. 1
- Sembodo, B.S.T. (2005). *Isoterm Keseimbangan Adsorpsi Timbal Abu Sekam Padi*. *Ekuilibrium*. 4(2): 101.
- Subowo, M.S., Widodo, dan Nugraha, A. (1999). *Status dan Penyebaran Pb, Cd, dan Pestisida pada Lahan Sawah Intensifikasi di Pinggir Jalan Raya*.

Bogor: Bidang Kimia dan Bioteknologi Tanah
Puslittanak.

Sudiarta, W. (2009). *Biosorpsi ion Cr(III) pada rumput laut Eucheema spinosum teraktivasi asam sulfat*. Jurnal Kimia, 3(2): 93-100.

Sumayya, A.S., Zubair, A. dan Ibrahim, R. (2017). *Efisiensi Penyerapan Logam Pb²⁺ dengan menggunakan campuran Bentonit dan Eceng Gondok*. Skripsi. Universitas Hasanuddin.

Sunardi, (2006). *Unsur Kimia*, Yrama Widya, Jakarta

Supriyantini, E., dan Endarawati (2015). *Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (Perna viridis) Di Perairan Tanjung Emas Semarang*. Jurnal Kelautan Tropis Juni 2015 Vol. 18(1):38–45.

Tahad, A., dan Sanjaya, A. (2017). *Isoterm Freundlich, Model Kinetika dan Penentuan Laju Reaksi Adsorpsi Besi dengan Arang Aktif dari Ampas Kopi*. Vol. 01, No.2, Desember 2017.