

PREPARASI ADSORBEN RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS KAOLIN ALAM DENGAN SURFAKTAN ANIONIK DAN TEKNOLOGI ULTRASONIK

Alfian Putra^{1*}, Teuku Rihayat¹, Nurhanifa Aidy²

¹Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jl. Banda Aceh-Medan Km. 280,3, Buketrata, Mesjid Punteut, Blang Mangat, Kota Lhokseumawe, Aceh 24301, Indonesia

²Teknik Energi Terbarukan, Universitas Malikussaleh, Tengku Nie, Cot Rd, Reuleut Tim., Muara Batu, Kabupaten Aceh Utara, 24355, Aceh, Indonesia.

*Email: alfianputra2021@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian adsorpsi dari bahan alam telah banyak dilakukan dari berbagai bahan baku seperti ampas tebu, ampas kopi, bentonit dan lainnya. Namun persyaratan mekanis dan pengolahan dari berbagai aplikasi belum dapat dipenuhi. Pada studi ini telah dilakukan pengolahan adsorben berbahan kaolin menggunakan teknologi ultrasonik untuk meningkatkan daya serapnya untuk mereduksi logam dalam air dengan cara memodifikasi kaolin dengan surfaktan anionik dan diiradiasi ultrasonik. Tujuannya adalah mengoptimalkan penyerapan logam yang lebih spesifik dalam menyerap logam Fe dan Mg dalam air menggunakan kaolin yang telah dimodifikasi. Kaolin dihaluskan sampai dengan 100 mesh dan dicampurkan dengan surfaktan anionik sebanyak 45%, dari berat total adsorben yaitu 200 gram. Proses adsorpsi dilakukan menggunakan kaolin modifikasi surfaktan dan tanpa modifikasi surfaktan dengan memvariasikan waktu iradiasi yaitu 5, 10, 15, 30, 50 dan 80 menit pada suhu 55 °C. Konsentrasi logam diukur menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometers (AAS) serta dilakukan perhitungan kinetika adsorpsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan tertinggi terjadi pada kaolin yang dimodifikasi dengan surfaktan anionik. Hasil yang paling signifikan yaitu untuk Fe efisiensi penyisihannya mencapai 72,81 % pada waktu iradiasi 5 menit, sedangkan untuk Mg efisiensi penyisihannya mencapai 65,1% pada waktu iradiasi 5 menit.

Kata kunci: Adsorpsi, Adsorben, Kaolin, Ultrasonik, Surfaktan

ABSTRACT

Research on adsorption of natural materials has been carried out from various raw materials such as bagasse, coffee grounds, bentonite and others. However, the mechanical and processing requirements of various applications have not been met. In this study, an adsorbent made from kaolin has been processed using ultrasonic technology to increase its absorption to reduce metals in water by modifying kaolin with anionic surfactants and ultrasonic irradiation. The aim is to optimize metal absorption which is more specific in absorbing Fe and Mg metals in water using modified kaolin. Kaolin was mashed up to 100 mesh and mixed with an anionic surfactant as much as 45%, of the total weight of the adsorbent, which was 200 grams. The adsorption process was carried out using surfactant modified kaolin and without surfactant modification by varying the irradiation time, namely 5, 10, 15, 30, 50 and 80 minutes at 55 °C. Metal concentrations were measured using Atomic Absorption Spectrophotometers (AAS) and adsorption kinetics were calculated. The results showed that the highest removal efficiency occurred in kaolin modified with anionic surfactants. The most significant result is that for Fe the removal efficiency reaches 72.81% at 5 minutes of irradiation, while for Mg the removal efficiency reaches 65.1% at 5 minutes of irradiation.

Keywords: poly lactic acid, polylactide, ZnO catalyst, catechin, kitosan

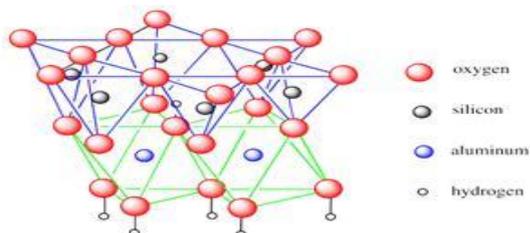
PENDAHULUAN

Keberadaan logam dalam air seringkali menjadi masalah bagi kesehatan manusia. Terutama logam berat yang memiliki sifat sukar terdegradasi, beracun, dan akumulatif (Alfanaar, 2017). Untuk menghilangkan logam, metode adsorpsi dianggap sebagai salah satu proses yang paling efisien dan ekonomis dalam menghilangkan ion logam berbahaya, karena biaya dan operasionalnya yang rendah (Leal, 2017). Salah satu adsorben yang sering digunakan pada proses adsorpsi ion logam adalah kaolin. Kaolin merupakan partikel halus yang tersusun dari satu lapisan tetrahedral oksigen silikat (SiO_4) dan satu lapisan oktahedral alumina dengan perbandingan 1:1 (Emam, 2017).

Kaolin sangat berpotensi sebagai adsorben karena harganya murah, aman dan mudah di dapat. Namun, kemampuan daya serap kaolin sebagai adsorben masih sangat rendah jika dibandingkan dengan zeolit, arang aktif dan bentonit, sehingga perlu adanya upaya untuk meningkatkan daya serap kaolin, salah satunya dengan melakukan modifikasi menggunakan senyawa organik seperti surfaktan (Olaremu dkk, 2015).

Kaolin adalah mineral yang terdapat pada batuan sedimen dikenal dengan nama batulempung. Kaolin merupakan massa batuan yang tersusun dari material lempung berkualitas tinggi dengan komposisi kimia hydrous aluminium silicate ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan berwarna putih, abu-abu putih, kuning jingga, abu-abu atau kemerahan. Kaolin ini mengandung butiran yang sangat halus, lunak dan kurang plastis bila bercampur dengan air (Khamdahsag dkk, 2017). Potensi dan cadangan kaolin yang besar di Indonesia terdapat di Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Pulau Bangka dan Belitung, serta potensi lainnya tersebar di Pulau Sumatera khususnya Sumatera Utara, Pulau Jawa, dan Sulawesi Utara (Daud, 2015).

Proses pelapukan pada pembentukan kaolin terjadi pada atau dekat dengan permukaan tanah yang sebagian besar terjadi pada batuan beku. Sementara proses alterasi hidrothermal terjadi karena larutan hidrothermal mengalir melalui rekahan, patahan, dan daerah permeabel lainnya sambil mengubah batuan gamping menjadi endapan kaolin (Sharifpour dkk, 2017). Endapan kaolin terdiri dari dua macam, yaitu residual dan sedimen. Kaolin residual, jenis ini ditemukan ditempat terbentuknya bersama batuan induknya, belum mengalami perpindahan, kristal teratur, dan jarang terjadi substitusi ion. Kaolin sedimenter, sudah mengalami perpindahan oleh air, angin, gletser, diendapkan dalam cekungan, dan kristal tidak teratur. Adapun struktur kaolin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kaolinit (Awad, 2017)

Bagian permukaan dari kristal kaolinit mempunyai muatan negatif yang tetap dan tidak bergantung pH (permanent charge). Muatan negatif tersebut berasal dari substitusi atom dalam struktur kristal yang tidak mempengaruhi struktur kristal tersebut, misalnya dengan adanya atom Al yang bermuatan +3 yang menggantikan atom Si yang bermuatan +4 menyebabkan kerangka kaolinit kekurangan muatan positif atau kelebihan muatan negatif (Awad, 2017).

Surfaktan terdiri dari dua bagian yaitu kepala dan ekor. Bagian kepala bermuatan positif dan bersifat hidrofilik sedangkan bagian ekor tidak bermuatan dan bersifat hidrofobik. Sebelumnya, telah mencoba melakukan modifikasi kaolin menggunakan surfaktan anionik untuk menyerap ion logam Pb dalam air. Meskipun kemampuan penyerapan kaolin yang telah dimodifikasi surfaktan menjadi lebih baik dibandingkan dengan kaolin alami, namun efisiensi penyerapan logam masih belum maksimal yaitu hanya mencapai 78%. Peningkatan kemampuan penyerapan adsorben masih dapat ditingkatkan dengan bantuan teknologi ultrasonik. Teknologi ultrasonik memiliki keunggulan karena biaya operasional yang murah dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Pada Penelitian penyerapan logam Fe(II) menggunakan zeolit aktivasi sebagai adsorben dan iradiasi ultrasonik dipelajari dengan variasi waktu kontak, pH, dan suhu. Hasil menunjukkan bahwa kondisi optimum adsorpsi ion Fe (II) adalah pada waktu kontak 15 menit, pH 4, dan suhu 30°C (Rismiarti, dkk., 2016). Menurut Santi (2014), kapasitas adsorben yang telah diaktivasi dan diiradiasi gelombang ultrasonik meningkat hingga dua kali, karena iradiasi ultrasonik dapat memperbesar luas permukaan adsorben secara spesifik.

Modifikasi kaolin dengan surfaktan bertujuan untuk mengikat surfaktan pada permukaan kaolin yang bersifat hidrofobik. Adsorpsi surfaktan pada permukaan adsorben mengikutsertakan interaksi molekul dengan permukaan dan antar molekul. Interaksi tersebut dapat mempengaruhi material surfaktan yang terbentuk, material tersebut ditentukan oleh konsentrasi surfaktan. Semakin besar konsentrasi surfaktan maka interaksi antar molekul semakin besar sehingga material yang terbentuk menjadi meningkat. Material yang terbentuk dapat menentukan sifat permukaan adsorben yang diikatnya dan akan mengadsorpsi anion lebih banyak.

Proses adsorpsi berlangsung jika suatu permukaan padatan dan molekul-molekul gas dan cairan dikontakkan dengan molekul-molekul tersebut, maka didalamnya terdapat gaya kohesif termasuk gaya hidrostatis dan gaya ikatan hydrogen yang bekerja di antara molekul seluruh material. Gaya-gaya yang tidak seimbang pada batas fasa tersebut menyebabkan perubahan-perubahan konsentrasi molekul pada interface solid/fluida.

Ultrasonik adalah suara atau getaran dengan frekuensi yang terlalu tinggi untuk bisa didengar oleh telinga manusia, yaitu kira-kira di atas 20 kiloHertz. Gelombang ultrasonik dapat merambat pada medium padat, cair dan gas. Reflektivitas dari gelombang ultrasonik ini di permukaan cairan hampir sama dengan permukaan padat, tetapi pada tekstil dan busa, maka jenis

gelombang ini akan diserap. Secara umum, teknologi ultrasonik digunakan untuk meningkatkan efisiensi transfer massa. Fenomena ini disebabkan oleh kavitasi dan variasi tekanan tinggi yang diinduksi selama iradiasi ultrasonik. Selain itu, fenomena fisik mikro-turbulensi, microstreaming, gelombang akustik dan jet mikro dapat meningkatkan reaktivitas kimia partikel larutan dengan membuattabrakan antar partikel yang efektif. Selain itu pada reaksi menggunkan bahan padat, penggunaan ultrasonik dapat memecah padatan dari energi yang ditimbulkan akibatnya pecahnya kavitasi. Efeknya adalah memberikan komponen reaktan padat luas permukaan yang lebih besar untuk meningkatkan laju reaksi (Purnama dkk, 2014). Penggunaan ultrasonik telah terbukti dapat menjadi alat yang sangat berguna untuk mempercepat adsorpsi ion logam dan zat warna pada adsorben dengan meningkatkan afinitas antara adsorbat dan adsorben (Gupta dkk, 2016).

Penggunaan teknologi ultasonik pada proses adsorpsi telah banyak dilakukan antara lain pada proses adsorpsi ion logam Cu(II) menggunakan karbon aktif dari sekam padi (Aqbar,dkk., 2014) dan ion logam Pb(II), penerapan metode sonifikasi terhadap adsorpsi Fe (III) pada zeolit alam teraktivasi, dan Penggunaan ultrasonik untuk menyerap ion logam berat dan zat warna (Jorfi dkk, 2017).

Adapun dalam studi ini bertujuan mempelajari dan mengkaji tentang optimalisasi daya serap kaolin sebagai adsorben dengan cara modifikasi kaolin dengan surfaktan alkyl benzene sulfonate (ABS) dan iradiasi ultasonik dalam menyerap logam Fe dan Mg di dalam air, dengan menggunakan teknologi ultrasonik dapat menjadi salah satu alternatif ramah lingkungan dalam upaya peningkatan daya serap adsorben khususnya kaolin. Investigasi adsorben dilakukan pengujian dengan melakukan uji Atomic Absorption Spektrophotometry (AAS). Tujuan lain adalah memanfaatkan bahan alam (clay) sebagai adsorben dalam menyerap ion logam-logam yang berbahaya dalam air yang merupakan sumber potensi yang menjanjikan dalam aplikasi penyerapan bahan-bahan berbahaya dalam air serta ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu kaolin alam, alkil benzene sulfonate, limbah artifisial Mg₂SO₄, limbah artifisial Fe₂SO₄, larutan HCl dan aquadest. Sedangkan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu ultrasonik, beaker glalss, Erlenmeyer, oven, pH meter, pipet ukur dan pipet tetes.

Persiapan Kaolin

Kaolin diambil dari wilayah Aceh Utara dihancurkan dan diayak hingga berukuran 100 mesh. Kaolin yang sudah berukuran 100 mesh di panaskan menggunakan oven dengan suhu 105oC selama 3 jam. Dicampurkan dengan HCL 1,0 N dan didiamkan selama 1 jam. Kemudian dicuci dengan aquadest hingga netral (pH = 7). Padatan kaolin di simpan dalam desikator.

Modifikasi Kaolin dengan Surfaktan

Padatan kaolin dicampurkan dengan larutan surfaktan dengan perbandingan 45% dari berat total. Campuran di aduk dan didiamkan selama 2 jam. Setelah itu endapan di saring dan di cuci dengan aquabides hingga netral (pH = 7). Dikeringkan pada suhu kamar. Organokaolin disimpan dalam desikator dan selanjutnya dia analisa menggunakan AAS.

Proses Pembuatan Limbah Artifisial Fe²⁺ (100 mg/l)

Ditimbang FeSO₄ sebanyak 497,85 mg. Fe₂SO₄ yang telah ditimbang, dimasukkan kedalam labu takar 1 L dan dilarutkan dengan aquadest sampai tanda batas.

Proses Adsorpsi pada Limbah Artifisial Menggunakan Ultrasonik

Masukkan sebanyak 5 gram organokaolin kedalam erlenmeyer. Sebanyak 100 ml sampel limbah artifisial dimasukkan ke dalam elenmeyer 250 ml dan dicampurkan dengan organokaolin dengan rasio tertentu. Setelah itu di tutup dengan menggunakan aluminium foil. Kemudian di masukkan ke dalam ultrasonik dengan suhu iradiasi 55oC. Lalu sampel diambil selama waktu iradiasi 5, 15, 30, 50 dan 80 menit. Kemudian sampel tersebut dianalisa dengan menggunakan AAS.

Prosedur Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan kinetika adsorpsi menggunakan persamaan lagergren. Persamaan ini terdiri dari model kinetika orde pertama dan model kinetika orde kedua. Untuk dapat menghitung kinetika adsorpsi digunakan bentuk linear dari persamaan orde 1 dan orde 2.

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t \quad (3.1)$$

Dengan membuat plot (q_e-q_t) terhadap t atau plot ln (q_e-q_t) terhadap t, akan diperoleh kurva linear dengan slope = k₁/2,303 atau k, dan intersep = ln q_e sehingga parameter kinetika k₁ dan q_e dapat dihitung.

Bentuk linear dari lagergren orde 2 adalah sebagai berikut :

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (3.2)$$

Dengan membuat plot t/qt terhadap t, akan diperoleh kurva linear dengan slope= 1/q_e dan intersep = 1/k₂q_e², sehingga parameter q_e dan k₂ dapat dihitung 5, 15, 30, 50 dan 80 menit. Kemudian sampel tersebut dianalisa dengan menggunakan, AAS.

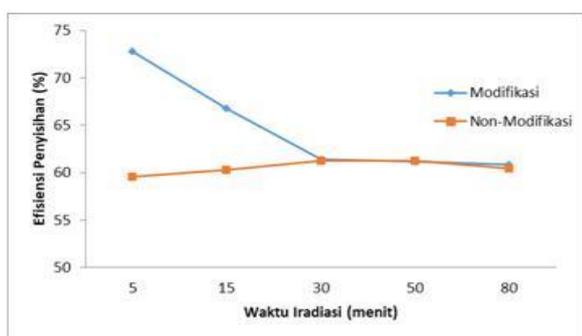
Pengujian kadar sampel Fe (SNI 06-6989.4-2004) secara langsung dilakukan pada panjang gelombang 248,3 nm. Sebanyak 50 ml contoh uji dimasukkan kedalam erlenmeyer berukuran 100 ml. Kemudian dihubungkan dengan pipa kapiler pada alat AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Kemampuan Adsorben Dalam Menyisihkan Konsentrasi Logam Fe dan Mg Menggunakan AAS

Keberadaan logam dalam air seringkali menjadi masalah bagi kesehatan manusia. Terutama logam berat yang memiliki sifat sukar terdegradasi, beracun, dan akumulatif. Oleh karena itu penggunaan adsorben modifikasi kaolin dengan surfaktan anionik (organokaolin) dan iradiasi ultrasonik digunakan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan logam Fe dan Mg yang terkandung didalam air. Hasil analisa dari penelitian yang telah dilakukan, memperlihatkan kemampuan adsorben kaolin yang dimodifikasi dengan surfaktan anionik (organokaolin) dan diiradiasi ultrasonik dalam menyisihkan konsentrasi logam Fe dan Mg pada limbah artifisial.

Penyisihan logam Fe dengan menggunakan adsorben kaolin yang diiradiasi ultrasonik menunjukkan perubahan konsentrasi Fe pada limbah artifisial setelah proses adsorpsi, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.

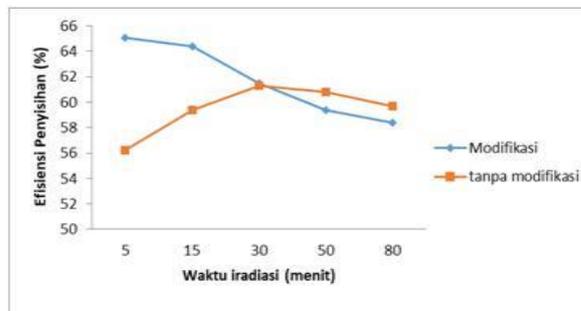


Gambar 2. Efisiensi Penyisihan logam Fe terhadap waktu iradiasi dengan suhu 55 °C

Dari Gambar 2. terjadi penyisihan logam besi (Fe) yang maksimal untuk kaolin tanpa modifikasi terjadi pada waktu iradiasi 30 menit dengan penyisihan sebesar 61,28% . Namun, pada waktu iradiasi 50 dan 80 menit efisiensi penyisihan semakin berkurang. Efisiensi penyisihan pada waktu iradiasi 50 menit sebesar 61,23% dan pada waktu iradiasi 80 menit sebesar 60,47%. Hal ini disebabkan karena limbah artifisial pada logam Fe sudah terserap secara keseluruhan pada Kaolin, sehingga pori-pori telah jenuh dan tidak mampu menyerap secara maksimal.

Untuk kaolin modifikasi surfaktan anionik penyisihan logam Fe yang maksimal terjadi pada waktu iradiasi 5 menit dengan penyisihan sebesar 72,81%. Sedangkan untuk waktu berikutnya efisiensi yang didapat semakin menurun hal ini dikarenakan pemilihan waktu iradiasi yang terlalu jauh. Nilai penyisihan kaolin modifikasi surfaktan lebih besar daripada kaolin tanpa modifikasi, hal ini dikarenakan surfaktan menempel pada permukaan kaolin, sehingga membentuk interaksi antar molekul pada kaolin dan surfaktan. Interaksi menyebabkan terbentuknya layer yang baru, sehingga membentuk kumpulan bilayer yang mengakibatkan banyak ion-ion logam terserap. Selain itu keberadaan surfaktan juga menambah jumlah ion yang ada di permukaan surfaktan, sehingga lebih banyak adsorben modifikasi menangkap ion-ion yang ada disekitarnya pada air limbah.

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh (Zhang, 2015), yaitu adsorpsi menggunakan kaolin modifikasi surfaktan anionik di dapatlah penyisihan logam Pb maksimal pada waktu 90 menit sebesar 78%. Perbedaan waktu untuk penyisihan maksimal dalam menyerap logam disebabkan karena menurut (Jin, 2013), Penggunaan teknologi ultrasonik pada proses adsorpsi dapat memperbesar luas permukaan dan mempercepat pergerakan molekul sehingga proses adsorpsi terjadi lebih cepat.



Gambar 3. Efisiensi Penyisihan logam Mg terhadap waktu iradiasi dengan suhu 55 °C.

Pada Gambar 3. terjadi penyisihan logam magnesium (Mg) yang maksimal untuk kaolin tanpa modifikasi terjadi pada waktu iradiasi 30 menit dengan penyisihan sebesar 61,23%. Kaolin yang telah diaktivasi asam akan melarutkan senyawa- senyawa mineral yang terdapat pada kaolin sehingga pori-porinya lebih terbuka. Namun, pada waktu iradiasi 50 dan 80 menit efisiensi penyisihan semakin berkurang. Efisiensi penyisihan pada waktu iradiasi 50 menit sebesar 60,33% dan pada waktu iradiasi 80 menit sebesar 59,67%. Hal ini disebabkan karena limbah artifisial pada logam Mn telah terserap maksimal pada kondisi waktu 30 menit dan telah jenuh pada kondisi waktu berikutnya, sehingga efisiensi Mg yang terserap pada kaolin menurun.

Sedangkan penyisihan logam Mg menggunakan kaolin modifikasi surfaktan anionik di dapat efisiensi penyisihan maksimal terjadi pada waktu iradiasi 5 menit sebesar 65,11 % dan menurun untuk waktu iradiasi selanjutnya dikarenakan adsorben kaolin telah jenuh. Nilai penyisihan Mg pada kaolin modifikasi surfaktan lebih besar daripada yang tanpa modifikasi hal ini disebabkan kaolin yang dimodifikasi mempunyai kapasitas penyerapan lebih besar dibandingkan dengan kaolin tanpa modifikasi. Maka dari pada itu kaolin dimodifikasi dengan senyawa organik surfaktan agar efisiensi penyisihan logam dalam air mendapatkan hasil yang maksimal (Ikhwan,2017).

Kinetika Adsorpsi

Dalam kasus adsorpsi yang menggunakan kaolin tanpa modifikasi dan iradiasi ultrasonik untuk menghilangkan logam Fe dan Mg dalam air. Model kinetika yang digunakan berdasarkan percobaan pada masing-masing kinetika yaitu dengan menggunakan kinetika Lagergren orde 1 dan lagergren orde 2. Data R2 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Perbandingan R2 pada model kinetika adsorpsi logam Fe dan Mg

Jenis Logam	Nilai R ²	
	Lagergren orde 1	Lagergren orde 2
Fe	0,239	0,955
Mg	0,203	0,951

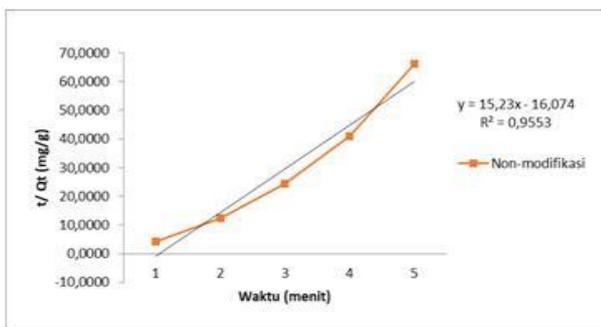
Percobaan dilakukan dengan memplotkan masing-masing data yang diperlukan untuk tiap-tiap jenis model kinetika, yang diambil dari data pada tabel 1 dan diolah menjadi data yang dapat digunakan untuk membuat persamaan garis linier. Dilihat dari persamaan dan harga R² yang paling mendekati angka 1, maka model kinetika tersebut yang digunakan untuk percobaan kinetika adsorpsi.

Untuk percobaan yang menggunakan kaolin sebagai adsorben setelah pengujian dan pengolahan data, maka dapat ditentukan bahwa model kinetika yang lebih cocok digunakan pada adsorpsi dengan kaolin tanpa modifikasi pada penyisihan logam Fe dan logam Mg adalah model Lagergren orde 2 karena nilai R² yang lebih tinggi.

Koefisien Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi yang merupakan laju (rate) perubahan konsentrasi solute (sorbat) terhadap waktu. Pada percobaan ini akan dibahas model kinetika Lagergren orde 1 dan Lagergren orde 2 yang telah digunakan untuk menentukan kinetika dari proses adsorpsi dengan menggunakan kaolin dan iradiasi ultrasonik pada penyerapan logam (Fe dan Mg) dalam air.

Pada penyerapan Logam Fe dan Mg model kinetika yang digunakan yang kinetika Lagergren orde 2 dimana penentuan titik pada grafik tersebut adalah dengan memplotkan data antara t/Qt Vs t.

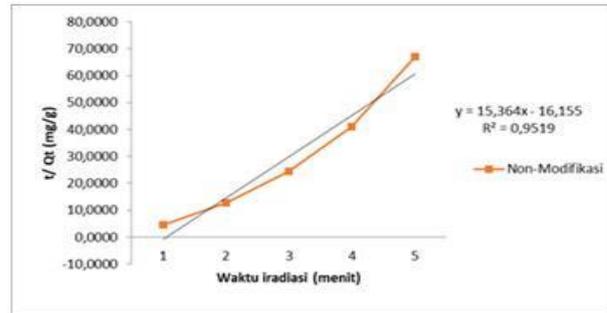


Gambar 4. Kinetika adsorpsi Lagergren orde 2 Logam Fe pada limbah artifisial

Pada Gambar 4. yang menggambarkan grafik Lagergren orde 2 dengan persamaan-persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai konstanta dari model kinetika Lagergren orde 2. Untuk persamaan garis lurus pada kaolin tanpa modifikasi diperoleh nilai R² sebesar 0,955.

Pada Gambar 5. yang menggambarkan grafik Lagergren orde 2 untuk logam Mg dengan persamaan-persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai konstanta kinetika dari model kinetika adsorpsi Lagergren orde 2. Pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa

nilai R² menunjukkan garis linier pada kaolin tanpa modifikasi dengan nilai R² sebesar 0,951.



Gambar 5. Kinetika adsorpsi Lagergren orde 2 Logam Mg pada limbah artifisial

Dari pengolahan data yang didapat dari kurva linier kinetika adsorpsi Lagergren orde 2, maka didapat slope dan intersept dari kurva linier tersebut yang digunakan untuk mendapatkan nilai k dan Q_e seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan R² pada model kinetika adsorpsi logam Fe dan Mg

Jenis Logam	K ₂	Q _e	R ²	Persamaan Regresi Linear
Fe	0,239	0,0657	0,955	y=15,23x - 16,07
Mg	0,203	0,0651	0,951	y=15,36x - 16,15

Nilai konstanta kinetika menjelaskan bahwa banyaknya larutan atau logam yang terserap dalam satuan mg per 1 Liter dalam 1 menit. Maka konstanta kinetika dibuat berdasarkan persamaan garis linier dari kurva kinetika adsorpsi Lagergren orde 2 pada Gambar 4 dan Gambar 5 dengan persamaan kemiringan (slope) = 1/q_e dan persamaan tinggi (intercept) = 1/k₂q_e². Sehingga nilai k didapat dengan persamaan tersebut dan sebagai nilai konstanta kinetika.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai konstanta kinetika yang diperoleh pada penyisihan logam Fe menggunakan kaolin tanpa modifikasi yaitu sebesar k = 14,41 dengan nilai q_e = 0,0657, sedangkan nilai konstanta kinetika untuk penyisihan logam Mg sebesar k = 14,61 dengan nilai q_e = 0,0651.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan iradiasi ultrasonik berpengaruh terhadap penyisihan logam Fe dan Mg, dimana waktu adsorpsi untuk mencapai penyerapan maksimal terjadi lebih cepat daripada yang tanpa iradiasi ultrasonik. Penyisihan logam Fe dan Mg dipengaruhi oleh waktu iradiasi, dimana setelah mencapai waktu iradiasi untuk penyerapan maksimal penyisihannya akan semakin berkurang. Perbedaan jenis logam berpengaruh terhadap penyisihan logam Fe dan Mg yaitu adsorben kaolin lebih efektif dalam menyerap logam Fe sebesar 72,81%,

sedangkan untuk penyisihan Mg sebesar 65,11% . Model kinetika adsorpsi yang cocok untuk menghitung daya serap adsorben dalam penyisihan logam Fe dan Mg menggunakan kaolin tanpa modifikasi yaitu kinetika Lagergren orde 2.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfanaar, R., Yuniati, Y., Rismiarti, Z. 2017. Studi kinetika dan isoterm adsorpsi besi(iii) pada zeolit alam dengan bantuan gelombang sonikasi. *EduChemia*, Vol.02. No: 01
- [2] Aqbar, M., Maming, Hala, Y., Zakir, M. 2014. Kondisi optimum adsorpsi ion logam cu (II) menggunakan karbon aktif dari sekam padi dengan iradiasi gelombang ultrasonik . Universitas Hasanuddin
- [3] Awad, M. E., Galindo, A. L., Setti, M., El-Rahmany, M., Iborra, C. V. 2017. Kaolinite in pharmaceuticals and biomedicine. *International Journal of Pharmaceutics*, Vol.533. Hal: 34-48
- [4] Daud, D. 2015. Kaolin sebagai bahan pengisi pada pembuatan kompon karet: pengaruh ukuran dan jumlah terhadap sifat mekanik-fisik. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, Vol.26. Hal: 41-48
- [5] Emam, A. A., L.F.M. Ismail, M.A. AbdelKhalek ,AzzaRehan. 2017.. Adsorption Study of Some Heavy Metal Ions on Modified Kaolinite Clay. *International Journal Of Advancement In Engineering Technology*, Vol.03. Hal: 152-163
- [6] Gupta, V.K., Tyagi, I., Agarwal, S., Moradi, O., Sadegh, H., ShahryariGhoshekandi, R.,Makhlouf, A.S.H., Goodarzi, M., Garshasbi, A., 2016. Study on the removal of heavy metal ions from industry waste by carbon nanotubes: effect of the surface modification a review. *Critic Rev Environ Sci Technol*. 46 (2). Hal: 93–118
- [7] Ikhwan, R. 2017. Penyisihan senyawa organik dan logam Fe dalam air gambut dengan menggunakan organik kaolin. Tugas Akhir Teknik Kimia. Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [8] Jin, X., Jiang, M., Du, J., Chen, Z. 2013. Removal of Cr(VI) from aqueous solution by surfactant-modified kaolinite. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Hal: 08
- [9] Jorfi, S., Soltani, R. D. C., Merlin, A., Ahmadi, M., Khataee, A., Safari, M. 2017. Sono-assisted adsorption of a textile dye on milk vetch-derived charcoal supported by silica nanopowder. *Journal of Environmental Management*, Vol187. Hal: 111-121
- [10] Khamdagsag, P., Thongkao, W., Saowapakpongchai, A., Tanboonchuy, V. 2017. Kaolin modified nano zero valent iron synthesis via box-behnken design optimization. *Applied Environmental Research*, Hal: 55-65.
- [11] Suryani, H Agusnar, B Wirjosentono, T Rihayat, Nurhanifa. 2018. Thermal degradation of Aceh's bentonite reinforced poly lactic acid (PLA) based on renewable resources for packaging application. *AIP Conference Proceedings* 2049 (1), 020040
- [12] Leal, P. V., Magriotis, Z. M., Sales, P. F., Papini, R. M., Viana, P. R. 2017. Effect of the acid treatment conditions of kaolinite on etheramine adsorption: A comparative analysis using chemometric tools. *Journal of Environmental Management*, Vol.197. Hal: 393-403
- [13] Olaremu, A. G. 2015. Physico-Chemical Characterization of Akoko Mined Kaolin Clay. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, Vol.3. Hal: 353-361
- [14] Purnama, H., Musthofa, M., Akhwan, A.H., Dewi, I.K. 2014. Effect of ultrasound on zeolite preparation from rice husk ash. *Proceedings of the 3rd Applied Science for Technology Innovatio*, Hal: 24-30
- [15] Shaban, M., W., Hassouna, N. E., Nasief, F. M., Abukhadra, M. R. 2017. Adsorption properties of kaolinite-based nanocomposites for Fe and Mn pollutants from aqueous solutions and raw ground water:kinetics and equilibrium studies. *Environ SciPollut Res*
- [16] Sharifpour, E., Khafri, H. Z., Ghaedi, M., Asfaram, A., Jannesar, R. 2017. Isotherms and kinetic study of ultrasound-assisted adsorption of malachite green and pb2+ ions from aqueous samples by copper sulfidenanorods loaded on activated carbon: experimental design optimization. *UltrasonicsSonochemistry*, Vol.17
- [17] Zhang, Y., Liu, Q., Zhang, S., Zhang, Y., Zhang, Y., Liang, P. 2016. Characterization of kaolinite/styrene butadiene rubber composite: Mechanical properties and thermal stabilit. *Applied Clay Science*, Hal: 167174