

PEMANFAATAN BULU AYAM SEBAGAI ADSORBEN LOGAM Fe DALAM AIR TANAH

Arief Panji Bagaskoro*, Lucky Fajrin Ayunda, Nana Dyah Siswati

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60249, Indonesia

*e-mail: ariefpanji42@gmail.com

Received 15 Januari 2020; Accepted:22 Maret 2020; Available online: 31 Maret 2020

Abstrak

Penumpukan limbah bulu ayam pada rumah pemotongan ayam dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat. Kandungan keratin yang terdapat pada bulu ayam merupakan bahan dasar pembuatan adsorben. Pada penelitian ini akan dilakukan adsorpsi logam Fe dengan bulu ayam untuk menurunkan kadar Fe dalam sampel air tanah. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh variasi berat massa adsorben dan waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi. Penelitian ini menggunakan variabel massa adsorben dalam proses adsorpsi sebesar 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 dan 0.9 gram serta waktu kontak antara sampel dengan adsorben dengan waktu 40, 60, 80, 100 dan 120 menit. Tahapan pada penelitian ini yaitu pembuatan serbuk bulu ayam, aplikasi serbuk bulu ayam, dan penentuan konsentrasi akhir logam Fe dalam sampel air tanah. pada penelitian didapatkan titik optimum penyerapan Fe oleh bulu ayam terjadi pada massa 0.5 gr dan waktu 40 menit dan dapat disimpulkan bahwa semakin besar massa adsorben bulu ayam maka semakin banyak pula jumlah Fe yang terserap. Namun jika jumlah Fe yang terserap sudah jenuh, maka penambahan massa adsorben tidak memberi pengaruh yang signifikan. Sedangkan semakin besar waktu kontak pada batas tertentu, semakin banyak logam Fe yang terserap.

Kata kunci: adsorpsi; bulu ayam; keratin; logam Fe; air tanah.

Abstract

The accumulation of chicken feather waste in chicken slaughterhouses needs to be utilized. One of its uses is making it a heavy metal adsorbent. The content of keratin found in chicken feathers as a basic ingredient in making adsorbents. In this research adsorption of Fe metal with chicken feathers will be carried out to reduce Fe content in groundwater samples. In this study also sought the effect of variations in the mass of adsorbent mass and contact time on the adsorption capacity. This study uses the adsorbent mass variable in the adsorption process of 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 and 0.9 gr and the contact time between the sample and the adsorbent with a time of 40, 60, 80, 100 and 120 minutes. The stages in this study were the manufacture of chicken feather powder, the application of chicken feather powder, and determination of the final concentration of Fe metal in groundwater samples. the optimum point of absorption of Fe by chicken feathers occurs at a mass of 0.5 gr and takes 40 minutes and it can be concluded that the greater the mass of chicken feather adsorbent, the more the amount of Fe is absorbed. However, if the amount of Fe absorbed is saturated, the addition of the mass of the adsorbent will not be significant. Whereas the greater the contact time to a certain extent, the more Fe metal is absorbed.

Key words: adsorption; chicken feather; Fe metal; groundwater; keratin.

PENDAHULUAN

Bulu ayam merupakan limbah terbesar dari industri Rumah Pemotongan Ayam (RPA). Saat ini, banyak sekali bermunculan industri

peternakan ayam sebagai dampak positif dari peningkatan permintaan konsumen terhadap daging ayam. Peningkatan industri peternakan ayam turut mendorong usaha pemotongan ayam yang berdampak pada peningkatan limbah

industri berupa bulu ayam. Salah satu pemanfaatan limbah bulu ayam adalah menjadi bahan pembuatan adsorben logam berat. Kandungan keratin yang terdapat pada bulu ayam sebagai bahan dasar pembuatan adsorben. Adsorpsi ion logam oleh bahan – bahan berserat keratin dapat ditingkatkan dengan mengolah bahan-bahan tersebut dengan suatu bahan – bahan kimia tertentu. Dengan demikian, bulu ayam memiliki potensi sebagai adsorben karena mengandung keratin sehingga bulu ayam dapat digunakan untuk mengatasi penurunan kualitas lingkungan akibat adanya ion-ion logam berat dalam limbah [1].

Air tanah merupakan sumber air yang kualitas dan kuantitasnya cukup berpotensi dalam memenuhi kebutuhan dasar mahluk hidup. Air tanah merupakan sumber daya air yang dapat diperbaharui tetapi hal ini bukan berarti sumber daya alam ini dapat dieksploitasi tanpa batas. Pengembangan sumber daya air tanah harus didasarkan pada pemanfaatan air tanah secara optimal dan menjaga kelestarian alam [2].

Air tanah yang mengandung ion Fe sangat berbahaya yang mana dapat mengubah keadaan air secara perlahan lahan disebabkan logam ion Fe dapat menjadi suatu pencemaran dalam air. Selain itu, air tanah yang mengandung ion Fe akan terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup apabila secara tidak langsung dikonsumsi. Selain itu, ion Fe juga merusak ekosistem pada lingkungan sehingga dapat menyebabkan penyakit ketika telah melebihi ambang batas kadar yang ditentukan [3].

Pada penelitian ini akan dilakukan adsorpsi logam Fe dengan bulu ayam untuk menurunkan kadar Fe dalam sampel air tanah. Penentuan kadar Fe dilakukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom. Pada penelitian ini dicari juga pengaruh variasi berat massa adsorben dan waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsinya.

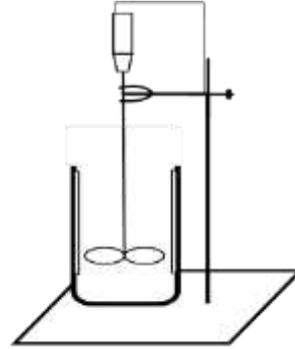
METODE PENELITIAN

Bahan dan alat

Bulu ayam diperoleh dari Pasar Larangan Sidoarjo dan air tanah diperoleh dari air sumur Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo.

Terdapat bahan pendukung yaitu akuades, NaOH, HCl, detergen, asam askorbat, dan aseton. Alat utama yang digunakan pada penelitian ini adalah *beaker glass* dan motor pengaduk.

Rangkaian alat



Gambar 1. Rangkaian alat mixer

Prosedur

Kondisi yang ditetapkan yaitu volume aseton 500ml, volume NaOH 125ml 0,5M, volume HCl 125ml 0,5M, berat asam askorbat 2gr, pH 7 dan suhu operasi 30°C. Variabel berubahnya yaitu massa adsorben dalam proses adsorpsi sebesar 0.1 ,0.3, 0.5, 0.7 dan 0.9 serta waktu kontak antara sampel dengan adsorben dengan waktu 40, 60, 80, 100 dan 120menit.

Pembuatan serbuk bulu ayam

Bulu ayam dicuci bersih dengan air dan deterjen beberapa kali, kemudian dijemur sampai kering dan hilang baunya. Setelah kering, bulu ayam dipotong kecil-kecil kemudian digiling hingga halus. Hasil yang diperoleh adalah serbuk bulu ayam. Kemudian serbuk bulu ayam tersebut direndam dengan aseton selama 60menit kemudian disaring. Residu yang didapat dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C. Residu yang sudah kering sebanyak 20gram dilarutkan dalam 125ml HCL 0.5M hingga mengental, kemudian ditambahkan 2gram asam askorbat dan 125ml NaOH 0.5M. Selanjutnya campuran dicuci dengan akuades dan dikeringkan pada suhu 60°C.

Aplikasi serbuk bulu ayam

a. Variasi massa adsorben

Adsorben bulu ayam ditimbang masing-masing sebanyak 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 dan 0.9gram kemudian dimasukkan ke dalam 150 ml air tanah yang mengandung Fe, diaduk menggunakan mixer. Larutan disaring dan filtratnya dilakukan analisa kadar Fe yang tersisa dengan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS).

b. Variasi waktu kontak

Adsorben bulu ayam dimasukkan ke dalam 150ml air tanah yang mengandung Fe, diaduk menggunakan mixer dengan variasi waktu kontak 40, 60, 80, 100 dan 120menit. Larutan disaring dan filtratnya dilakukan Analisa kadar Fe yang tersisa dengan AAS.

Penentuan konsentrasi akhir Fe dalam sampel air tanah

Bulu ayam dengan massa optimum dimasukkan ke dalam 50ml sampel yang telah diketahui kadarnya. Kemudian campuran tersebut diaduk sampai batas waktu optimum. Larutan disaring dan dianalisis dengan AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai pengaruh berat adsorben dan waktu kontak pengadukan terhadap penurunan ion besi pada air sumur perumahan Sidoarjo menggunakan bulu ayam sebagai adsorben. Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2019 dengan menggunakan sampel air sumur sebagai air baku. Pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Balai Riset Dan Standardisasi Industri Surabaya. Setelah dilakukan analisis di laboratorium pada kualitas air tanah dari sumur sebagai air baku sebelum pengolahan, dapat diketahui kadar besi (Fe) pada air tanah pada air sumur tersebut.

Tabel 1. Kadar Fe sebelum adsorbsi dalam air tanah

| Sampel | Kadar Fe (mg/L) |
|---------------------|-----------------|
| Air Tanah Mula-Mula | 1.48 |

Konsentrasi tersebut melebihi ketentuan yang berlaku menurut PERMENKES No.416/ Menkes/PER/LX/1990 yakni persyaratan kualitas air bersih sebesar 1mg/L. Maka dari itu perlu dilakukan pengolahan untuk kualitas air sumur agar dapat memenuhi persyaratan yang

ditentukan. Karena, pada air sumur tersebut airnya berasa dan bau logam yang amis pada air serta menimbulkan warna kecoklat-coklatan pada pakaian putih. Selain itu, air sumur juga meninggalkan noda pada bak-bak kamar mandi dan peralatan lainnya (noda kecoklatan disebabkan oleh besi) [4].

Hasil analisa logam berat Fe dalam larutan

Untuk mengetahui kemampuan daya serap bulu ayam terhadap logam berat Fe, maka air tanah yang semula-mula memiliki kandungan logam Fe sebesar 1.480 mg/L diadsorbsi oleh bulu ayam. Proses tersebut menggunakan variabel yang telah ditentukan. Hasil yang didapatkan kadar logam Fe akhir, yaitu sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil analisa kadar Fe akhir (mg/L)

| Massa adsorben (gr) | Waktu (menit) | | | | |
|---------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|
| | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| 0.1 | 0.36 | 0.342 | 0.338 | 0.315 | 0.285 |
| 0.3 | 0.248 | 0.26 | 0.211 | 0.198 | 0.133 |
| 0.5 | 0.028 | 0.028 | 0.028 | 0.028 | 0.028 |
| 0.7 | 0.028 | 0.028 | 0.03 | 0.028 | 0.12 |
| 0.9 | 0.056 | 0.056 | 0.052 | 0.03 | 0.032 |

Dalam penelitian kali ini digunakan volume pada tiap sampel larutan air tanah sebanyak 150ml. Maka dapat diketahui massa Fe awal sebelum adsorbsi yang terkandung dalam tiap sampel adalah 0.222mg. Data yang tercantum pada tabel 2 kemudian digunakan untuk menentukan jumlah massa Fe (mg) yang sesungguhnya setelah adsorbsi dalam tiap-tiap sampel, seperti yang ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisa massa Fe akhir (mg)

| Massa adsorben (gr) | Waktu (menit) | | | | |
|---------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| 0.1 | 0.054 | 0.0513 | 0.0507 | 0.0473 | 0.0428 |
| 0.3 | 0.0372 | 0.039 | 0.0317 | 0.0297 | 0.0200 |
| 0.5 | 0.0042 | 0.0042 | 0.0042 | 0.0042 | 0.0042 |
| 0.7 | 0.0042 | 0.0042 | 0.0045 | 0.0042 | 0.018 |
| 0.9 | 0.0084 | 0.0084 | 0.0078 | 0.0045 | 0.0048 |

Berdasarkan tabel 3, terlihat bahwa telah terjadi penurunan kadar Fe dari larutan sampel air tanah awal setelah dilakukan proses adsorbsi

menggunakan adsorben bulu ayam. Massa Fe setelah adsorpsi yang didapat terlihat menurun seiring bertambahnya massa. Hal ini dapat terjadi karena dengan bertambahnya jumlah adsorben maka jumlah pori untuk menyerap Fe juga akan bertambah, yang menyebabkan jumlah Fe menurun tiap pertambahan massa adsorben. Setiap bertambahnya waktu juga menyebabkan massa Fe di dalam air sumur setelah adsorpsi mengalami penurunan. Hal ini dapat terjadi karena semakin lama waktu adsorpsi maka kontak antara adsorben dan adsorbat menjadi lebih banyak, menyebabkan kesempatan pengikatan logam Fe oleh bulu ayam semakin banyak.

Hasil kemampuan daya serap bulu ayam terhadap logam berat Fe

Kemampuan daya serap bulu ayam terhadap logam berat besi dapat ditentukan dengan mengetahui jumlah Fe yang teradsorpsi seperti yang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4. Kemampuan daya serap bulu ayam terhadap logam berat besi (mg)

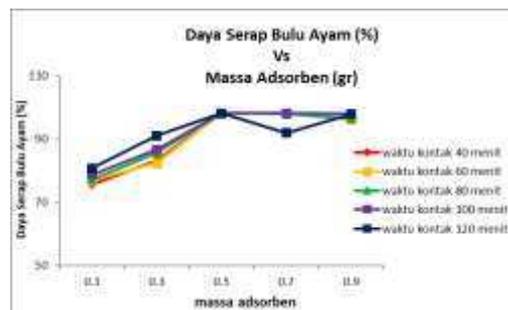
| Massa adsorben (gr) | Waktu (menit) | | | | |
|---------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| 0.1 | 0.168 | 0.1707 | 0.1713 | 0.1748 | 0.1793 |
| 0.3 | 0.1848 | 0.183 | 0.1904 | 0.1923 | 0.2021 |
| 0.5 | 0.2178 | 0.2178 | 0.2178 | 0.2178 | 0.2178 |
| 0.7 | 0.2178 | 0.2178 | 0.2175 | 0.2178 | 0.2040 |
| 0.9 | 0.2136 | 0.2136 | 0.2142 | 0.2175 | 0.2172 |

Berdasarkan tabel 4, terlihat bahwa semakin banyak massa bulu ayam yang digunakan untuk adsorpsi logam berat Fe, maka semakin banyak Fe yang teradsorpsi. Hal ini dapat dilihat bahwa setiap penambahan massa bulu ayam, jumlah Fe yang terserap cenderung meningkat. Dan semakin lama waktu kontak adsorpsi, maka semakin banyak Fe yang teradsorpsi. Hal ini dapat dilihat dari table 4. bahwa pada massa 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 dan 0.9gr setiap penambahan waktu, Fe yang terserap semangkin meningkat. Namun pada massa adsorben 0.7gr ketika waktu kontak 120 menit, terjadi penurunan daya adsorpsi yang menyebabkan penurunan kadar Fe terserap.

Data pada tabel 4 dapat digunakan untuk menentukan persentase kemampuan daya serap bulu ayam terhadap logam berat besi (Fe) seperti yang ditampilkan pada tabel 5. Berdasarkan data, terlihat bahwa semakin lama waktu kontak antara bulu ayam dan logam Fe maka persentase Fe yang terserap cenderung meningkat. Menurut Rizkamala, bila waktu yang digunakan terlalu singkat akan terjadi pencampuran yang tidak merata dan bila waktu yang digunakan terlalu lama maka kapasitas penyerap dari adsorben akan mencapai titik maksimum. Dan semakin banyak massa adsorben yang digunakan maka persentase Fe yang terserap juga cenderung semakin banyak [5]. Penambahan massa adsorben ini tentunya memberikan banyak kesempatan pengikatan logam berat Fe yang terjadi dikarenakan bertambahnya pasangan elektron bebas pada gugus sistein pada struktur keratin. Sistein merupakan suatu asam amino yang mengandung gugus fungsional berupa karboksilat, amina dan rantai samping sulfhidril. Menurut Ni'mah, rantai samping sulfhidril pada gugus sistein diyakini dapat dimanfaatkan sebagai adsorben terhadap logam berat dari perairan.

Tabel 5. Hasil perhitungan persentase kemampuan daya serap bulu ayam terhadap logam berat (Fe) (%)

| Massa adsorben (gr) | Waktu (menit) | | | | |
|---------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|
| | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| 0.1 | 75.68 | 76.89 | 77.16 | 78.72 | 80.74 |
| 0.3 | 83.24 | 82.43 | 85.74 | 86.62 | 91.01 |
| 0.5 | 98.11 | 98.11 | 98.11 | 98.11 | 98.11 |
| 0.7 | 98.11 | 98.11 | 97.97 | 98.11 | 91.89 |
| 0.9 | 96.22 | 96.22 | 96.49 | 97.97 | 97.84 |



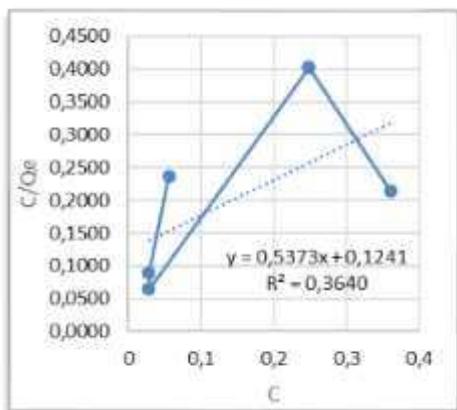
Gambar 2. Hubungan massa adsorben dengan daya serap bulu ayam pada variasi waktu kontak

Dari gambar 2, terlihat pada setiap waktu kontak pada massa 0.1 sampai 0.5gr, persentase Fe yang terserap semakin meningkat. Tetapi pada massa 0.5, 0.7 dan 0.9gr terlihat persentase maksimum penyerapan telah berhasil tercapai, dan waktu kontak pada massa tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap penyerapan. Hal ini dapat terjadi karena ketika pada massa adsorben 0.5, 0.7 dan 0.9gr, jumlah pori yang tinggi me ion logam Fe terserap sepenuhnya pada pori-pori bulu ayam saat pertama kali dikontakkan. Sedangkan pada massa adsorben 0.1 dan 0.3gr, jumlah pori untuk menyerap Fe tidak terlalu tinggi sehingga Fe memerlukan waktu untuk terserap kedalam adsorben, namun peran penambahan waktu kontak disini juga tidak terlalu signifikan mengingat peningkatan jumlah Fe yang terserap tidak terlalu banyak seiring penambahan waktu. Hal ini terjadi karena waktu kontak selama 40menit sudah cukup untuk membuat Fe terserap kedalam adsorben.

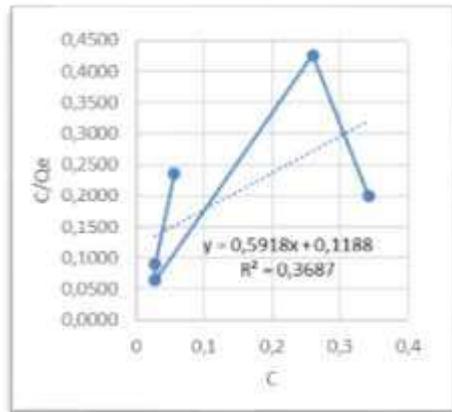
Menentukan persamaan adsorbsi isotermal yang sesuai dengan adsorbsi logam berat Fe oleh bulu ayam

1. Metode adsorbsi isotermal Langmuir

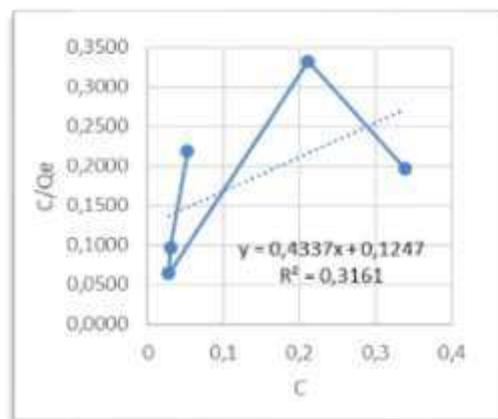
Data Konsentrasi logam Fe setelah adsorbsi (C), massa logam Fe yang teradsorbsi (X), dan massa adsorben bulu ayam (M) dapat digunakan untuk menentukan persamaan isotherm adsorbsi langmuir setiap waktu kontak adsorbsi yaitu dengan cara membuat grafik hubungan antara C dengan $\frac{C}{Q_e}$, dimana nilai Q_e merupakan nilai dari $\frac{X}{M}$.



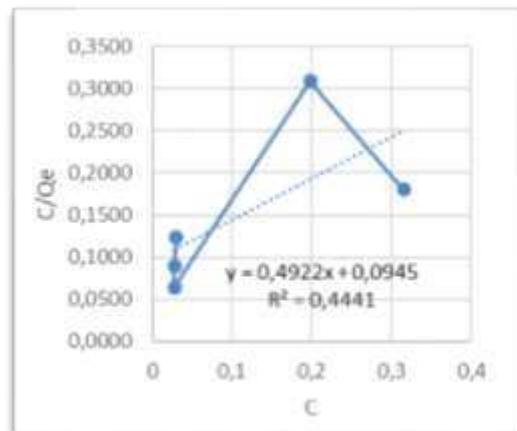
Gambar 3. Isoterm adsorbsi Langmuir untuk waktu kontak adsorbsi 40menit



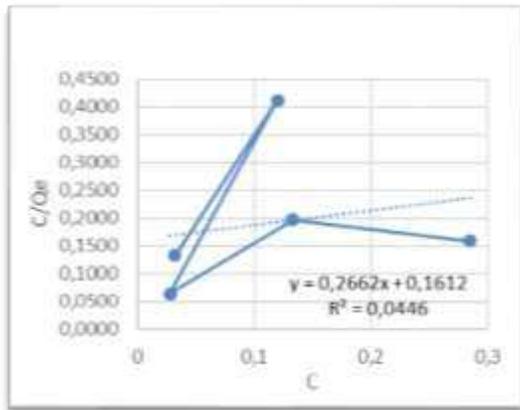
Gambar 4. Isoterm adsorbsi Langmuir untuk waktu kontak adsorbsi 60menit



Gambar 5. Isoterm adsorbsi Langmuir untuk waktu kontak adsorbsi 80menit



Gambar 6. Isoterm adsorbsi Langmuir untuk waktu kontak adsorbsi 100menit



Gambar 7. Isoterm adsorpsi Langmuir untuk waktu kontak adsorpsi 120menit

Berdasarkan grafik diatas, diperoleh persamaan isotherm adsorpsi Langmuir pada waktu kontak adsorpsi 40 menit yaitu $y = 0.5373x + 0.1241$, pada waktu kontak adsorpsi 60 menit yaitu $y = 0.5918x + 0.1188$, pada waktu kontak adsorpsi 80 menit yaitu $y = 0.4337x + 0.1247$, pada waktu kontak adsorpsi 100 menit yaitu $y = 0.4922x + 0.0945$, dan pada waktu kontak adsorpsi 120 menit yaitu $y = 0.2662x + 0.1612$. Persamaan pada grafik-grafik tersebut menunjukkan nilai R^2 yang bervariasi namun nilainya tidak ada yang mendekati 1. Pada penelitian ini, kapasitas adsorpsi terbaik diperoleh pada waktu kontak adsorpsi selama 100menit dengan nilai R^2 mencapai sebesar 0.4441. Nalini dan Nagarajan menambahkan bahwa jika nilai R^2 yang diperoleh sebesar $0 < R^2 < 1$ maka jenis isothermis ini adalah baik [6]. Selain itu, persamaan dari grafik diatas digunakan untuk menentukan nilai kapasitas adsorpsi monolayer adsorben (Q_m) dan nilai faktor kapasitas adsorpsi (K) pada tabel 6 dengan menggunakan persamaan isotherm adsorpsi langmuir sebagai berikut.

$$\frac{C}{Q_e} = \frac{1}{Q_m K} + \frac{1}{Q_m} C \quad \dots\dots\dots (6)$$

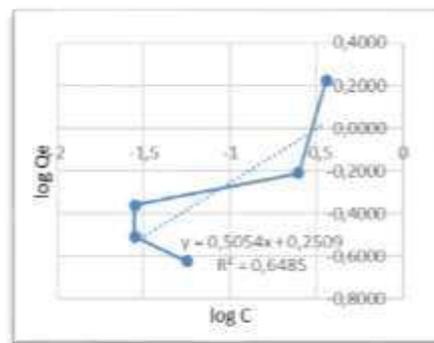
Tabel 6. Kapasitas isotherm adsorpsi Langmuir

| Waktu (menit) | a (1/KQe) | b (1/Qe) | Qe | K |
|---------------|-----------|----------|--------|----------|
| 40 | 0.1241 | 0.5373 | 1.8612 | 4.329573 |
| 60 | 0.1188 | 0.5918 | 1.6898 | 4.981481 |
| 80 | 0.1247 | 0.4337 | 2.3057 | 3.477947 |
| 100 | 0.0945 | 0.4922 | 2.0317 | 5.208466 |
| 120 | 0.1612 | 0.2662 | 3.7566 | 1.651365 |

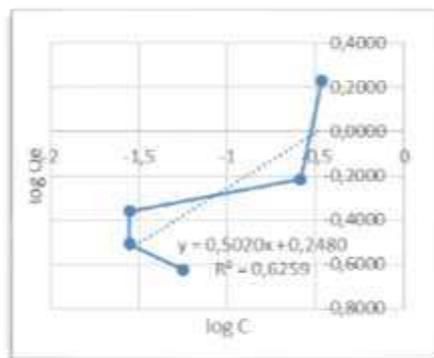
Berdasarkan tabel 6, dari data a dan b yang sudah diperoleh melalui persamaan garis lurus, maka dapat diketahui nilai Q_m dan K . Hal itu terlihat bahwa nilai Q_m secara umum meningkat seiring bertambahnya waktu. Hal ini menunjukkan kapasitas adsorpsi monolayer adsorben semakin besar bila waktu adsorpsi semakin lama. Nilai dari konstanta energi adsorpsi (K) yang didapatkan juga dapat dilihat bahwa seiring bertambahnya waktu, maka nilai K secara umum mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan kapasitas energi adsorpsi semakin kecil bila waktu adsorpsi semakin lama.

2. Metode adsorpsi isothermal Freundlich

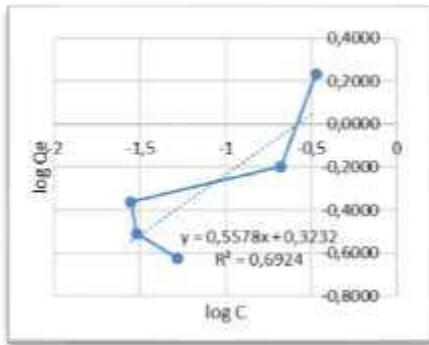
Data massa Fe setelah adsorpsi (C), massa Fe yang teradsorpsi (X), dan massa adsorben bulu ayam (M) dapat digunakan untuk menentukan persamaan isotherm adsorpsi Freundlich setiap waktu kontak adsorpsi yaitu dengan cara membuat grafik hubungan antara $\log C$ dengan $\log Q_e$, dimana nilai Q_e merupakan nilai dari $\frac{X}{M}$ seperti grafik berikut.



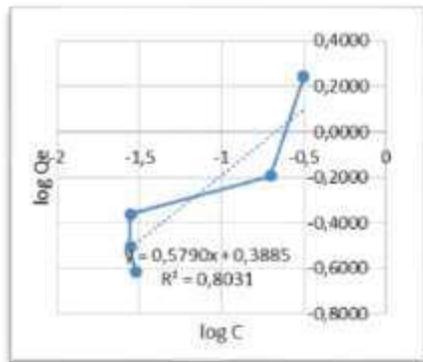
Gambar 8. Isoterm adsorpsi Freundlich untuk waktu kontak adsorpsi 40menit



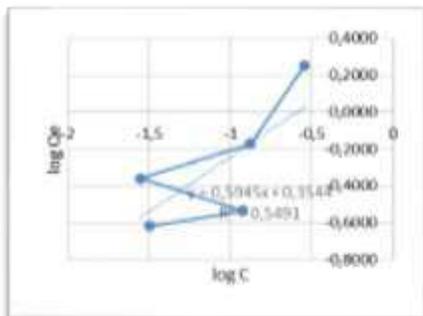
Gambar 9. Isoterm adsorpsi Freundlich untuk waktu kontak adsorpsi 60menit



Gambar 10. Isotherm adsorpsi Freundlich untuk waktu kontak adsorpsi 80menit



Gambar 11. Isotherm adsorpsi Freundlich untuk waktu kontak adsorpsi 100menit



Gambar 12. Isotherm adsorpsi Freundlich untuk waktu kontak adsorpsi 120menit

Berdasarkan grafik diatas, diperoleh persamaan adsorpsi Freundlich pada waktu kontak adsorpsi 40 menit yaitu $y = 0.5054x + 0.2059$, pada waktu kontak adsorpsi 60 menit yaitu $y = 0.5020x + 0.2480$, pada waktu kontak adsorpsi 80 menit yaitu $y = 0.5578x + 0.3232$, pada waktu kontak adsorpsi 100 menit yaitu $y = 0.5790x + 0.3885$, dan pada waktu kontak adsorpsi 120 menit yaitu $y = 0.5945x + 0.3544$. Pada metode isotherm adsorpsi Freundlich ini, kapasitas adsorpsi terbaik diperoleh pada waktu kontak adsorpsi selama 100 menit dengan nilai R^2 sebesar 0,8031. Selain itu, persamaan grafik tersebut jika dianalogikan dengan persamaan

Freundlich akan didapat nilai k dan n seperti yang ditampilkan pada tabel 7. Dimana K merupakan tetapan Freundlich dan n adalah faktor intensitas. Persamaan isotherm adsorpsi Freundlich dapat dituliskan sebagai berikut.

$$q_e = K.C^{1/n} \dots\dots\dots (7)$$

maka,

$$\log q_e = \log K + \frac{1}{n} \log C \dots\dots\dots (8)$$

Tabel 7. Kapasitas isotherm adsorpsi Freundlich

| Waktu (menit) | A (Log k) | b (1/n) | K | N |
|---------------|-----------|---------|--------|----------|
| 40 | 0.2509 | 0.5054 | 1.7820 | 1.978631 |
| 60 | 0.2480 | 0.5020 | 1.7701 | 1.992032 |
| 80 | 0.3232 | 0.5578 | 2.1047 | 1.792757 |
| 100 | 0.3885 | 0.5790 | 2.4462 | 1.727116 |
| 120 | 0.3544 | 0.5945 | 2.2615 | 1.682086 |

Berdasarkan tabel 7, dapat dilihat nilai intersep (a) yaitu Log K dan slope (b) yaitu 1/n, maka diperoleh nilai K dan n. Nilai-nilai ini menunjukkan tingkat non – linearitas antara konsentrasi larutan dan adsorpsi. Interpretasinya yaitu jika nilai n sama dengan satu maka adsorpsinya linier, jika nilainya di bawah satu maka proses adsorpsinya adalah kimia, jika nilainya lebih dari satu maka adsorpsinya adalah adsorpsi proses fisik yang menguntungkan.

Pada metode isotherm adsorpsi freundlich diperoleh hasil bahwa seiring bertambahnya waktu maka nilai k secara umum mengalami peningkatan, hal ini menunjukkan kemampuan suatu adsorben dalam mengadsorpsi semakin besar bila waktu adsorpsi semakin lama [7]. Nilai kapasitas adsorpsi tertinggi berada pada waktu 100 menit dimana nilai kapasitasnya sebesar 2.4462mg/gr. Artinya terdapat 2.4462mg logam Fe yang terserap pada setiap 1gram adsorben bulu ayam. Selain itu, menurut Jalayeri jika nilai n antara 0 dan 1, berarti gaya adsorptif yang lemah efektif pada area permukaan, namun nilai n yang didapat lebih dari satu, maka proses adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi secara fisika yang menguntungkan [8].

Adsorpsi fisika terjadi karena adanya gaya Van der Waals, Apabila daya tarik menarik antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari daya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya, maka zat yang terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben [9]. Hal ini menunjukkan bahwa persamaan Freundlich ini lebih cocok dengan adsorpsi logam berat Fe oleh bulu ayam karena nilai n yang dihasilkan lebih dari satu, dan nilai R^2 yang dihasilkan menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding nilai R^2 Langmuir. Untuk metode isotherm adsorpsi Freundlich ini didapatkan kapasitas adsorpsi terbaik yaitu pada waktu kontak adsorpsi selama 100menit dengan nilai R^2 adalah 0,8031. Maka didapatkan persamaan adsorpsi logam berat Fe oleh bulu ayam pada waktu 100menit.

$$q_e = 2.4462.C_1/0.5790 \dots\dots\dots (9)$$

Pembahasan Model Adsorpsi

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari perhitungan plot data model adsorpsi, maka kesesuaian model adsorpsi dapat diketahui dengan membandingkan nilai koefisien regresi linier (R^2) dari tiap grafik. Koefisien linier (R^2) dihitung untuk menguji kesesuaian kedua model isotherm dalam bentuk linier. Pada penelitian ini, dimana terlihat bahwa adsorpsi logam Fe oleh bulu ayam dari air tanah lebih cenderung mengikuti model isotherm Freundlich dari pada isotherm Langmuir, karena nilai (R^2) untuk kurva model isotherm Freundlich memiliki nilai yang lebih baik yaitu 0.8037 pada waktu adsorpsi 100 menit, meskipun kurang mendekati 1 namun menurut (Nalini dan Nagarajan, 2013) jika nilai R^2 yang diperoleh sebesar $0 < R^2 < 1$ maka jenis isothermis ini adalah baik. Dan juga nilai n dari persamaan Freundlich bernilai lebih dari 1, dimana hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi secara fisika yang menguntungkan.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Pengaruh penambahan massa adsorben yaitu semakin besar massa adsorben bulu ayam maka semakin banyak pula jumlah Fe yang terserap. Namun jika jumlah Fe yang terserap sudah jenuh, maka

penambahan massa adsorben tidak berpengaruh signifikan. Sedangkan waktu kontak berpengaruh terhadap adsorpsi, dimana semakin besar waktu kontak pada batas tertentu, logam Fe yang terserap semakin banyak. Namun jika terlalu lama dapat menyebabkan penurunan daya adsorpsi. Titik optimum penyerapan Fe oleh bulu ayam terjadi pada massa 0.5gr dan waktu 40 menit.

SARAN

Saran untuk penelitian berikutnya adalah Perlu dilakukan variasi konsentrasi Fe pada adsorpsi logam Fe oleh bulu ayam agar didapatkan koefisien regresi yang mendekati 1 dan persamaan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. L. Ni'mah and I. Ulfin, "Penurunan kadar tembaga dalam larutan dengan menggunakan biomassa bulu ayam," *Akta Kimindo*, vol. 2, pp. 57-66, 2007.
- [2] T. Triadi and K. Indra, "Permasalahan airtanah pada daerah urban," *Teknik*, vol. 30, pp. 48-57, 2009.
- [3] S. Purwoto, "Alat Desalinasi Air Payau Secara Ion Exchange Menggunakan Resin Sintetis," ed: Paten, 2009.
- [4] R. Indonesia, "Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907 Tahun 2002," *Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum*, 2002.
- [5] Rizkamala, "Adsorpsi Ion Logam Cr (Total) Dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Menggunakan Bulu Ayam," Sarjana, Departemen Kimia, Universitas negeri Semarang, Semarang, 2011.
- [6] T. N. P. Nagarajan, "Kinetic and thermodynamic study of removal of copper from aqueous solution using Senna uniflora (mill.)," *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, vol. 5, pp. 208-215, 2013.
- [7] A. L. Lehninger, "Dasar-dasar biokimia," 1990.
- [8] E. Jalayeri, A. Imam, Z. Tomas, and N. Sepehri, "A throttle-less single-rod hydraulic cylinder positioning system: Design and experimental evaluation," *Advances in Mechanical Engineering*, vol. 7, , 2015.
- [9] G. Bernasconi, H. Gerster, H. Hauser, H. Stauble, and E. Schneiter, "Teknologi kimia bagian 2," *Terjemahan Lienda Handoyo. Pradnya Paramita. Jakarta*, 1995.