



Penyisihan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Terlarut dengan Memanfaatkan Adsorben Karbon Aktif Ampas Kopi Pada Air Sumur di Surabaya

Aldy Fajar Nofansyah¹, Novirina Hendrasarie^{1*}

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi: novirina@upnjatim.ac.id

Diterima: 13-07-2022
Disetujui: 15-07-2022
Diterbitkan: 30-06-2023

Kata Kunci:

Ampas Kopi, Air Sumur,
Adsorpsi, Fe, Mn

ABSTRAK

Air tanah yang biasa disebut air sumur biasanya mengandung dua ion kovalen, yaitu besi (Fe) dan mangan (Mn). Menurut hasil pengujian pertama air sumur parameter Fe 2,5 mg/L dan Mn 3,56 mg/L. Fe dan Mn dalam air jika melebihi baku mutu (Fe 1 mg/L dan Mn 0,5 mg/L) dapat menjadi keruh, korosif dan neurotoksik. Teknologi yang umum digunakan untuk menghilangkan Fe dan Mn adalah adsorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan ampas kopi sebagai adsorben dengan mendegradasi parameter Fe dan Mn secara *fixed bed column*. Pada penelitian ini kecepatan alir ditetapkan sebesar 10 ml/menit, diikuti dengan variasi ampas kopi (arabika, robusta dan *house blend*), variasi waktu kontak (20, 40, 60, 80, 120 menit) dan berat adsorben. (100 dan 200 gram). Berdasarkan hasil penelitian, ampas kopi robusta yang paling optimal adalah penyisihan Fe 92 %. Bubuk kopi buatan sendiri seharga Mn 94% dengan berat 200 gram. Nilai absorpsi (q_0) pada model Thomas Fe adalah 0,0885 mg/g dan Mn adalah 0,0085 mg/g.

Received: 13-07-2022
Accepted: 15-07-2022
Published: 30-06-2023

Keywords:

Coffee grounds, Well Water,
Adsorption, Fe, Mn

ABSTRACT

Groundwater commonly called well water usually contains two covalent ions, namely iron (Fe) and manganese (Mn). According to the results of the first test, well water parameters Fe 2.5 mg/L and Mn 3.56 mg/L. Fe and Mn in the air if they exceed the quality standard (Fe 1mg/L and Mn 0.5mg/L) can become cloudy, corrosive and neurotoxic. The technology commonly used to remove Fe and Mn is adsorption. This study aims to utilize coffee grounds as an adsorbent by degrading Fe and Mn parameters in a fixed bed column. In the study, the flow rate was set at 10 ml/minute, followed by variations in coffee grounds (arabica, robusta and house blend), variations in contact time (20, 40, 60, 80, 120 minutes) and adsorbent weight. (100 and 200 grams). Results Based on the research, the most optimal robusta coffee grounds was the removal of 92% Fe. Homemade coffee grounds for 94% Mn weighing 200 grams. The absorbance value (q_0) in the Thomas Fe model is 0.0885 mg/g and Mn is 0.0085 mg/g.

1. PENDAHULUAN

Air tanah yang biasa disebut air sumur biasanya mengandung dua ion kovalen, yaitu besi (Fe) dan mangan (Mn). Fe dan Mn dalam air dapat menyebabkan kekeruhan, korosi dan pengerasan. Fe dan Mn juga dapat menyebabkan perubahan warna kuning pada peralatan laundry dan pipa ledeng (Roccaro, Barone et al. 2007).

Teknologi umum yang digunakan untuk menghilangkan Fe dan Mn termasuk filtrasi membran, adsorpsi,

pertukaran ion, dan pengendapan. Adsorpsi adalah salah satu proses pengolahan air yang paling efektif dan umum digunakan untuk menghilangkan logam berat. Pemilihan proses dipilih berdasarkan konsentrasi besi atau mangan dan kondisi air baku yang digunakan. (Kan, Aganon et al. 2013).

Penelitian ini menggunakan metode adsorpsi dengan karbon aktif ampas kopi sebagai adsorben dalam kolom tetap, mengubah jenis ampas kopi sebagai

adsorben, ketebalan medium, waktu kontak. Kemudian dianalisis parameter kandungan besi (Fe), mangan (Mn). Hasil analisis parametrik akan dilakukan pengolahan data dan pemodelan rumus Thomas beserta pengujian pada adsorben yaitu *Scanning Electron Microscopes* (SEM).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan ampas kopi sebagai adsorben dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) terlarut pada air sumur di Surabaya, untuk mengetahui efektifitas jenis dan berat media adsorben ampas kopi pada proses adsorpsi, untuk menentukan kapasitas adsorpsi dari adsorben ampas kopi dengan model Thomas, dan untuk mengetahui struktur adsorben ampas kopi dengan uji SEM.

Air yang berada diatas lapisan tanah (dalam bentuk cair) dinamakan air permukaan dan air yang berada di bawah lapisan tanah dinamakan air tanah. Walaupun keberadaan air tanah dan air permukaan saling berhubungan namun keduanya memiliki sistem dan penanganan yang berbeda (Chin, 2006)

Tubuh membutuhkan zat besi (Fe) untuk membentuk hemoglobin. Jumlah zat besi dalam tubuh dikendalikan oleh fase penyerapan. Tubuh manusia tidak dapat mengeluarkan zat besi (Fe), sehingga orang yang sering harus menjalani transfusi darah memiliki kulit yang menghitam akibat penimbunan Fe, minum air yang mengandung zat besi cenderung menyebabkan mual saat minum. Meskipun tubuh membutuhkan Fe, dalam dosis tinggi dapat merusak dinding usus. Kematian biasanya karena kerusakan pada dinding usus. Kandungan Fe di atas 1 mg/l menyebabkan iritasi mata dan kulit. Jika kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l, air tersebut memiliki bau telur busuk. Debu Fe juga dapat menumpuk di alveolus dan menyebabkan penurunan fungsi paru-paru (Febrina dan Ayuna 2015).

Mangan adalah unsur logam golongan VII, dengan berat atom 54,93, titik leleh 1247 °C dan titik didih 2032 °C. Mangan (Mn) adalah logam abu-abu kemerahan, Di alam mangan (Mn) umumnya ditemukan sebagai senyawa dengan berbagai valensi. Air yang mengandung mangan (Mn) berlebih menyebabkan rasa, warna (coklat/ungu/hitam) dan kekeruhan (Fauziah 2010).

Adsorpsi adalah fenomena fisika yang terjadi ketika molekul gas atau cairan bersentuhan dengan permukaan padat dan beberapa molekul mengembun pada permukaan padat (Suryawan, 2004). Zat yang terakumulasi pada permukaan disebut adsorbat, sedangkan material permukaan padatan atau cairan disebut adsorben. Proses adsorpsi berbeda dengan proses absorpsi, dimana proses absorpsi merupakan reaksi kimia antara molekul-molekul adsorbat dengan permukaan adsorben.

2. METODE

2.1 Pembuatan Arang Aktif Ampas Kopi

Sampel yang digunakan adalah ampas kopi yang telah digumakan pada mesin *espresso* kopi, diambil secara acak dari

salah satu kedai kopi di kota Surabaya kemudian dilakukan proses dehidrasi yaitu sampel seberat 1 kilogram dikeringkan ke dalam *oven* selama 5 jam pada suhu 105°C dan di *Furnace* selama 2 jam pada suhu 600°C. Setelah menjadi arang ampas kopi dilakukan aktivasi dengan Na₂CO₃ 5% selama 24 jam. Setelah 24 jam ampas kopi disaring hingga pH netral dan dikeringkan dengan *oven* selama 2 jam pada suhu 105°C. Setelah terbentuk adsorben kemudian dilakukan uji SEM untuk mengetahui ukuran pori yang terbentuk sebelum dan setelah proses adsorpsi.

2.2 Pembuatan Arang Aktif Ampas Kopi

Penelitian ini dilakukan secara *fixed bed column* dalam proses adsorpsi. Dengan ukuran *reactor* 1500 ml dan dengan debit yang dialirkan sebesar 10 ml/menit dengan variasi massa adsorben 100 gr dan 200 gr dan variasi waktu kontak 20, 40, 60, 80, 120 menit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisa Awal

Berdasarkan hasil analisa awal yang telah dilakukan, kadar logam Fe dan Mn pada air sumur khususnya di daerah Jalan Putro Agung 3, Kejeran, Surabaya, dapat di tampilkan pada tabel -1 berikut :

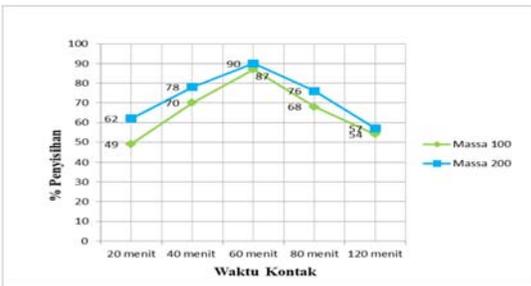
Tabel 1. Analisa Awal Parameter Fe Dan Mn Pada Air Sumur

No	Parameter	Influen	Sampel air sumur Efluen			Baku mutu
			Ampas kopi arabika	Ampas kopi robusta	Ampas kopi house blend	
1	Fe (mg/L)	2,5	0,25	0,2	0,3	0,5
2	Mn (mg/L)	3,56	0,34	0,56	0,21	1
3	pH	7,3	7,4	7,3	7,5	6,8 - 8,5
4	Suhu °C	27	27	27	27	Suhu ruang ±3

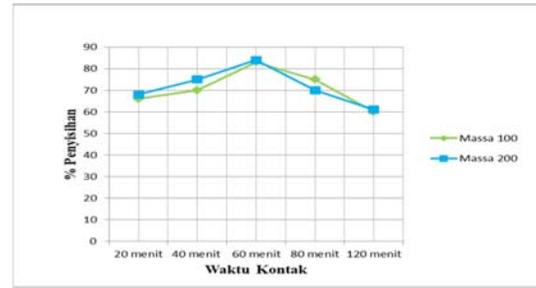
Sumber: Hasil analisa, 2022

3.2 Kemampuan Ampas Kopi Sebagai Adsorben Jenis Ampas Kopi Arabika

Pada penelitian ini menggunakan adsorben dari ampas kopi Arabika dengan dua variasi massa yakni 100 gram dan 200 gram, variasi waktu kontak 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, dan 120 menit, dan debit yang ditetapkan 10 ml/menit. Kemampuan adsorben ampas kopi arabika untuk menurunkan Fe dan Mn dengan membandingkan persen penyisihan terhadap waktu kontak pada setiap variasi massa. Grafik -1 merupakan data persen penyisihan Fe dan grafik -2 merupakan data persen penyisihan Mn pada adsorben ampas kopi Arabika.



Grafik 1. Persen Penyisihan Fe Pada Variasi Massa



Grafik 4.: Persen Penyisihan Mn Pada Variasi Massa



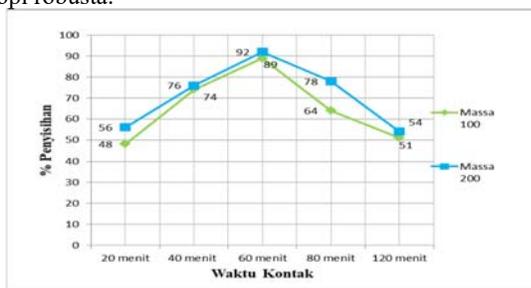
Grafik 2. Persen Penyisihan Mn Pada Variasi Masa

Waktu sampling ke.1 didapatkan setelah air sumur tepat keluar dari kolom dan pengambilan sampel dilakukan berdasarkan waktu kontak selama 20 – 120 menit sehingga didapatkan waktu sampling sebanyak 5 waktu sampling. Pada grafik diatas menjelaskan tentang penggunaan adsorben ampas kopi Arabika dengan massa adsorben yang berbeda.

Hasil penyisihan Fe dan Mn pada adsorben tersebut memiliki sebaran nilai yang merata ditandai dengan sebaran nilai yang tidak jauh berbeda satu sama lain. Namun penyisihan Fe dan Mn yang optimal pada adsorben ampas kopi arabika didapatkan dengan massa 200 gram yakni Fe 90% dan Mn 90 %.

Jenis Ampas Kopi Robusta

Pada penelitian ini menggunakan adsorben dari ampas kopi robusta dengan dua variasi massa yakni 100 gram dan 200 gram, variasi waktu kontak 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, dan 120 menit, dan debit yang ditetapkan 10 ml/menit. Kemampuan adsorben ampas kopi robusta untuk menurunkan Fe dan Mn dengan membandingkan persen penyisihan terhadap waktu kontak pada setiap variasi massa. Grafik .3 merupakan data persen penyisihan Fe dan grafik .4 merupakan data persen penyisihan Mn pada adsorben ampas kopi robusta.



Grafik 3. Persen Penyisihan Fe Pada Variasi Massa

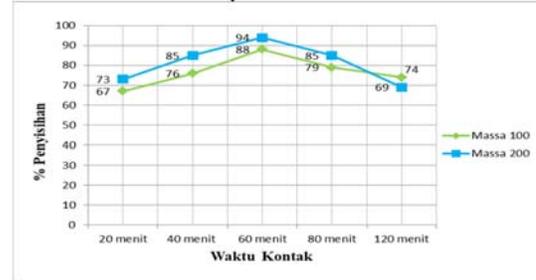
Berdasarkan grafik diatas hasil penyisihan Fe dan Mn pada adsorben tersebut memiliki sebaran nilai yang merata ditandai dengan sebaran nilai yang tidak jauh berbeda satu sama lain. Namun penyisihan Fe dan Mn yang optimal pada adsorben ampas kopi robusta didapatkan dengan massa 200 gram yakni Fe 92% dan Mn 84%.

Jenis Ampas Kopi House Blend

Pada penelitian ini menggunakan beberapa jenis ampas kopi sebagai adsorben. Pada penelitian ini menggunakan adsorben dari ampas kopi *house blend* dengan dua variasi massa yakni 100 gram dan 200 gram, variasi waktu kontak 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, dan 120 menit, dan debit yang ditetapkan 10 ml/menit. Kemampuan adsorben ampas kopi *house blend* untuk menurunkan Fe dan Mn dengan membandingkan persen penyisihan terhadap waktu kontak pada setiap variasi massa. Grafik .5 merupakan data persen penyisihan Fe dan grafik .6 merupakan data persen penyisihan Mn pada adsorben ampas kopi *house blend*.



Grafik 5. Persen Penyisihan Fe Pada Variasi Massa



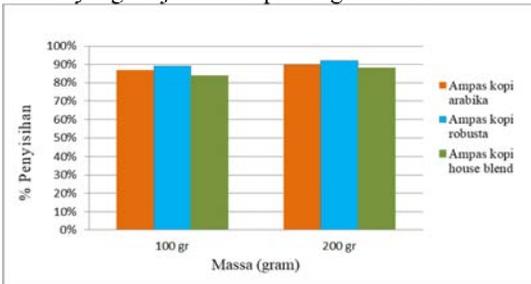
Grafik 6. Persen Penyisihan Mn Pada Variasi Massa

Berdasarkan grafik diatas hasil penyisihan Fe dan Mn pada adsorben tersebut memiliki sebaran nilai yang merata ditandai dengan sebaran nilai yang tidak jauh berbeda satu sama lain. Namun, penyisihan Fe dan Mn yang optimal pada adsorben ampas kopi

house blend didapatkan dengan massa 200 gram yakni Fe 88% dan Mn 94%.

3.3 Jenis Dan Berat Adsorben Yang Optimal Parameter Fe

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan jenis adsorben dan berat yang optimal dalam menyisihkan parameter Fe. Pengaruh jenis dan berat pada proses adsorpsi Fe dapat diketahui dengan membandingkan persen penyisihan terhadap jenis adsorben dan berat adsorben yang dijelaskan pada grafik .7.

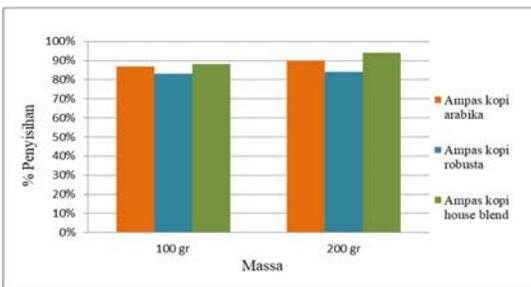


Grafik 7. Hubungan antara jenis dan berat adsorben terhadap penyisihan Fe

Pada grafik diatas menjelaskan bahwa jenis adsorben yang paling optimal dalam menurunkan Fe yakni ampas kopi robusta. Kemudian untuk berat adsorben yang paling optimal untuk menurunkan Fe yakni berat 200 gram. Adsorben ampas kopi Robusta yang paling optimal menurunkan Fe dengan berat 200 gram yakni sebesar 92%.

Parameter Mn

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan jenis adsorben dan berat yang optimal dalam menyisihkan parameter Mn. Pengaruh jenis dan berat pada proses Adsorpsi Mn dapat diketahui dengan membandingkan persen penyisihan terhadap jenis adsorben dan berat adsorben yang dijelaskan pada grafik .8.



Grafik 8. Hubungan Antara Jenis Dan Berat Adsorben Terhadap Penyisihan Mn

Pada grafik diatas menjelaskan bahwa jenis adsorben yang paling optimal dalam menurunkan Mn yakni ampas kopi house blend. Kemudian untuk berat adsorben yang paling optimal untuk menurunkan Mn

yakni berat 200 gram. Adsorben ampas kopi house blend yang paling optimal menurunkan Mn dengan berat 200 gram yakni sebesar 94%.

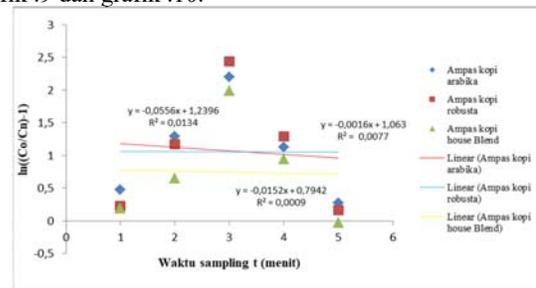
3.4 Pemodelan Thomas

Penentuan kapasitas adsorpsi (mg/g) dan model kinetika adsorpsi dilakukan percobaan menggunakan metode kolom tunggal, air sumur sebagai adsorbat, beberapa jenis ampas kopi sebagai adsorban dan variasi waktu kontak dasar pengambilan data. Pada penelitian ini, kinetika sistem adsorpsi yang terjadi pada *fixed bed column* dianalisis dengan menggunakan Model thomas yang merupakan salah satu model teori kinerja kolom yang paling umum digunakan. Adapun rumus yang digunakan yaitu:

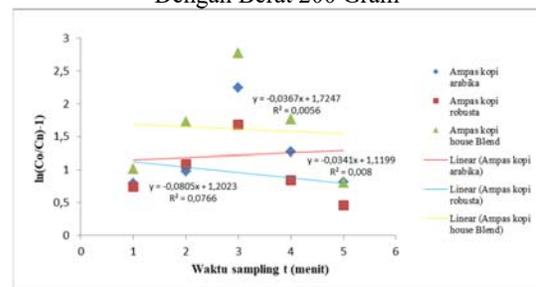
$$\ln \left[\frac{C_0}{C_t} - 1 \right] = \frac{K_{th} q_0 x}{Q} - K_{th} C_0 t \dots \dots \dots (1)$$

Dimana q_0 :Kapasitas adsorbansi (mg/gr); K_{th} : Konstanta kinetika thomas (L/mg/menit); Q :Laju aliran air (L/menit); X : Massa adsorben (gram) ; C_0 : Kadar Fe mula.mula (mg/L); C_t : Kadar Fe effluent (mg/L); t : Waktu(menit).

Perhitungan Kapasitas adsorbansi dapat menggunakan grafik $\ln((C_0/C_t)-1)$ terhadap waktu yang dapat dilihat pada grafik .9 dan grafik .10.



Grafik 9. Pemodelan Thomas Kapasitas Penyerapan Fe Dengan Berat 200 Gram



Grafik 10. Pemodelan Thomas Kapasitas Penyerapan Mn Dengan Berat 200 Gram

Pada grafik.9 dan grafik.10 digunakan untuk perhitungan persamaan Thomas dimana hasil konstanta kinetik (K_{th}) dan kapasitas adsorbansi kolom (q_{th}) model Thomas pada berbagai kondisi percobaan adsorbs Fe dan Mn pada air sumur dengan variasi adsorben dalam *fixed bed column* dijelaskan pada Tabel.2.

Tabel 2. Parameter model Thomas

Jenis	Parameter	Persamaan Linear	R2	Kth (L/mg/menit)	qo (mg/g)
Ampas Kopi Arabika	Fe	$-0,0556x + 1,2396$	0,0134	0,02224	0,0027
Ampas Kopi Robusta	Fe	$-0,0016x + 11,063$	0,0077	0,0006	0,0885
Ampas Kopi House Blend	Fe	$-0,0152x + 0,7942$	0,0009	0,00608	0,0065
Ampas Kopi Arabika	Mn	$-0,0341x + 1,1199$	0,008	0,0095	0,0058
Ampas Kopi Robusta	Mn	$-0,0805x + 1,2023$	0,0766	0,0226	0,0026
Ampas Kopi House Blend	Mn	$-0,0367x + 1,7247$	0,0056	0,0101	0,0085

Thomas dan kapasitas adsorpsi yang diperoleh dari persamaan Thomas dengan perbandingan antara jenis adsorben. Nilai konstanta Kth dan qo dapat diketahui dari nilai gradien dan intersep dari persamaan yang disajikan pada grafik .9 dan grafik .10. Berdasarkan persamaan tersebut, nilai konstanta ditunjukkan pada Tabel 2. Dimana, konstanta Thomas yang diperoleh berbanding terbalik dengan kapasitas adsorpsi masing-masing adsorben. Hal ini sesuai dengan persamaan Thomas yang diterapkan dalam penelitian ini, yang menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi berbanding terbalik dengan jumlah Thomas yang terbentuk.

Dari perhitungan persamaan Thomas diatas juga dapat disimpulkan bahwa kapasitas adsorbansi tertinggi dalam penyerapan Fe dan Mn pada berat yang sama yaitu 200 gram dengan jenis ampas kopi robusta dan jenis ampas kopi house blend yaitu penyerapan Fe ampas kopi robusta 0,0885 mg/gram, penyerapan Mn Ampas kopi house blend 0,0085 mg/gram. Yang artinya dalam 1 gram karbon aktif mampu menyerap (qo) penyerapan polutan dalam mg. Tujuan dari mencari qo pada pemodelan Thomas untuk mengetahui Dalam 1 gram adsorben dapat menyerap polutan seberapa besar.

3.5 Isoterm Langmuir

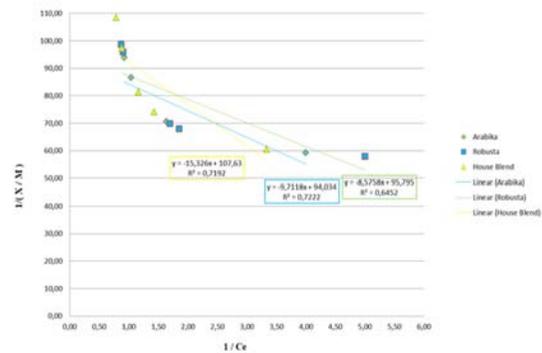
Model isoterm Langmuir menentukan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum terjadi karena adanya lapisan tunggal

(monolayer) adsorben pada permukaan adsorben. Isoterm Langmuir dipelajari untuk menggambarkan batas sisi aktif adsorpsi dengan asumsi sisi aktif adsorben homogen dan memiliki energi yang sama untuk menyerap adsorben. Hasil perhitungan isoterm adsorpsi model Langmuir untuk adsorben ampas kopi disajikan pada Tabel .3 dan Tabel .4 serta Grafik .11 dan Grafik .12.

Tabel 3. Model Langmuir Pada Parameter Fe

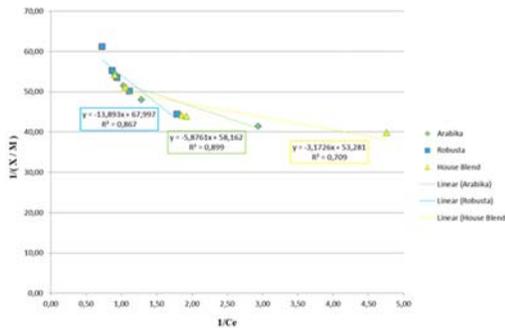
Jenis Adsorben	Masa Adsorben	Waktu Kontak	Volume Larutan (liter)	Co (mg/L)	Ce(mg/L)	x/m (mg/g)	1/Ce	1/(x/m)
Ampas Kopi Arabika	200	20	1.5	2.5	0.96	0.012	1.04	86.58
	200	40	1.5	2.5	0.54	0.015	1.85	68.08
	200	60	1.5	2.5	0.25	0.017	4.00	59.26
	200	80	1.5	2.5	0.61	0.014	1.64	70.55
	200	120	1.5	2.5	1.08	0.011	0.93	93.90
	200	20	1.5	2.5	1.11	0.01	0.90	95.92
Ampas Kopi Robusta	200	40	1.5	2.5	0.59	0.014	1.69	69.81
	200	60	1.5	2.5	0.2	0.017	5.00	57.97
	200	80	1.5	2.5	0.54	0.015	1.85	68.03
	200	120	1.5	2.5	1.15	0.01	0.87	98.77
	200	20	1.5	2.5	1.13	0.01	0.88	97.32
	200	40	1.5	2.5	0.86	0.012	1.16	81.30
Ampas Kopi House Blend	200	60	1.5	2.5	0.3	0.017	3.33	60.61
	200	80	1.5	2.5	0.7	0.014	1.43	74.07
	200	120	1.5	2.5	1.27	0.009	0.79	108.4

Grafik 11. Model Langmuir Pada Parameter Fe



Tabel 4. Model Langmuir Pada Parameter Mn

Jenis Adsorben	Massa Adsorben	Waktu Kontak	Volume Larutan (liter)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	x/m (mg/g)	1/Ce	1/(x/m)
Ampas Kopi Arabika	200	20	1.5	3.56	1.11	0.018	0.9	54.42
	200	40	1.5	3.56	0.97	0.019	1.03	51.48
	200	60	1.5	3.56	0.34	0.024	2.94	41.41
	200	80	1.5	3.56	0.78	0.209	1.28	47.96
	200	120	1.5	3.56	1.09	0.019	0.92	53.98
Ampas Kopi Robusta	200	20	1.5	3.56	1.15	0.018	0.87	55.33
	200	40	1.5	3.56	0.9	0.02	1.11	50.13
	200	60	1.5	3.56	0.56	0.023	1.79	44.44
	200	80	1.5	3.56	1.07	0.019	0.93	53.55
Ampas Kopi House Blend	200	120	1.5	3.56	1.38	0.016	0.72	61.16
	200	20	1.5	3.56	0.95	0.02	1.05	51.09
	200	40	1.5	3.56	0.54	0.023	1.85	44.15
Ampas Kopi House Blend	200	60	1.5	3.56	0.21	0.025	4.76	39.8
	200	80	1.5	3.56	0.52	0.023	1.92	43.86
	200	120	1.5	3.56	1.1	0.019	0.91	54.2

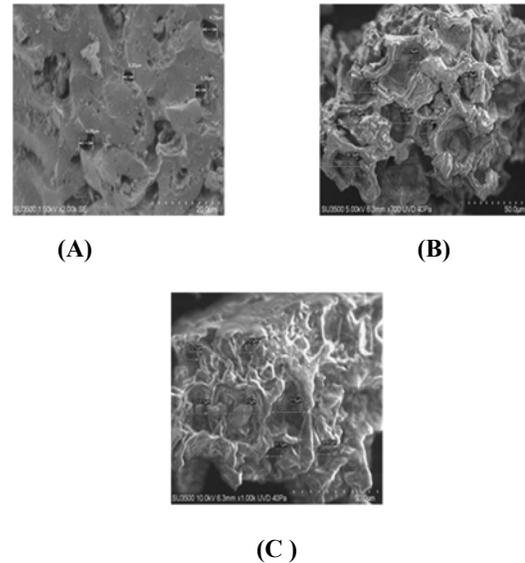


Grafik 12. Model Langmuir Pada Parameter Mn

Dari perhitungan model langmuir diatas juga dapat disimpulkan bahwa kapasitas adsorpsi tertinggi dalam penyerapan Fe dan Mn pada berat yang optimal yaitu 200 gram dengan jenis ampas kopi Robusta dan jenis ampas kopi house blend yaitu penyerapan Fe ampas kopi robusta sebesar 0,0173 mg/gram, penyerapan Mn Ampas kopi house blend sebesar 0,0251 mg/gram.

3.6 Uji SEM

Berikut gambar.1. mengetahui morfologi adsorben menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM). Karakterisasi dengan SEM dilakukan pada adsorben dari ampas kopi sesudah *running*, dimana hal ini bertujuan untuk mengetahui keadaan permukaan pori sebelum digunakan untuk menyisihkan parameter Fe dan Mn.



Gambar 1. (A) Arabika; (B) Robusta; (C) House blend

Pada gambar 4.10 SEM tersebut terdapat pori.pori.Pada adsorben ampas kopi arabika terdapat sebaran ukuran pori dengan rata.rata 2,12 μm , pada adsorben ampas kopi robusta terdapat sebaran ukuran pori dengan rata.rata 21,7 μm , pada adsorben ampas kopi house blend terdapat sebaran pori dengan rata.rata 14,6 μm . Hal tersebut menunjukkan belum adanya keberadaan kontaminan yang telah terserap kedalam pori.pori ataupun menutup pori.pori tersebut.

4. KESIMPULAN

1. Kemampuan ampas kopi sebagai adsorben untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) terlarut pada air sumur di Surabaya adalah :
 Ampas kopi arabika = Fe 90% dan Mn 90%
 Ampas kopi robusta = Fe 92% dan Mn 84%
 Ampas kopi house blend = Fe 88% dan Mn 94%
2. Efektifitas waktu kontak dan berat media adsorben ampas kopi untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada proses adsorpsi pada air sumur di Surabaya adalah :
 Jenis ampas kopi robusta dengan berat 200 gram menyisihkan Fe sebesar 92%.
 Jenis ampas kopi house blend dengan berat 200 gram menyisihkan Mn sebesar 94%.
3. Menentukan kapasitas adsorpsi dari adsorben ampas kopi pada kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) terlarut dengan model Thomas adalah :
 Ampas robusta dengan berat 200 gram kapasitas penyerapan Fe 0,0885 mg/gram dan ampas kopi house blend dengan berat 200 gram kapasitas penyerapan Mn 0,0085 mg/gram.

DAFTAR PUSTAKA

Chin, D. (2006). "Rivers and streams." Water.Quality Engineering in Natural Systems, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, NJ

- Fauziah, A. (2010). "Efektivitas Saringan Pasir Cepat Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur Dengan Penambahan Kalium Permanganat (KMnO₄) 1%."
- Febrina, L. and A. Ayuna (2015). "Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik." *Jurnal Teknologi* 7(1):35.44.
- Kan, C..C., et al. (2013). "Adsorption of Mn²⁺ from aqueous solution using Fe and Mn oxide.coated sand." *Journal of Environmental Sciences* 25(7): 1483.1491.
- Lin, S..H. and R..S. Juang (2009). "Adsorption of phenol and its derivatives from water using synthetic resins and low.cost natural adsorbents: a review." *Journal of environmental management* 90(3): 1336.1349.
- Mu'in, R., et al. (2017). "Pengaruh Kecepatan Pengadukan Dan Massa Adsorben Terhadap Penurunan Kadar Phospat Pada Pengolahan Limbah Laundry." *Jurnal Teknik Kimia* 23(1).
- Roccaro, P., et al. (2007). "Removal of manganese from water supplies intended for human consumption: a case study." *Desalination* 210(1.3): 205.214.