

REDUKSI KANDUNGAN BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) PADA AIR TANAH MENGUNAKAN ARANG KAYU

REDUCTION OF IRON (Fe) AND MANGANESE (Mn) CONTENT IN GROUNDWATER USING WOOD CHARCOAL

Zahara Ramadhayanti Karyuni¹, Mamat Rokhmat², Edy Wibowo³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Zahara5295@gmail.com¹, mamatrokhmat76@gmail.com², edvw.phys@gmail.com³

Abstrak

Air tanah yang terdapat di daerah sekitar Telkom University mengandung Fe dan Mn yang melebihi kadar standar yang telah ditentukan. Oleh karena itu, perlu diolah lagi agar aman digunakan untuk keperluan sehari-hari. Pada penelitian ini, air tanah diolah dengan metode adsorpsi menggunakan arang kayu yang dapat menyerap Fe dan Mn. Diamati pengaruh aktivasi arang terhadap daya adsorpsinya dan pengaruh kejernihan pada air. Aktivasi dilakukan dengan metode kimia-fisika dengan merendam arang terlebih dahulu ke dalam larutan 5% Na₂CO₃ selama 24 jam lalu dipanaskan pada tanur bertemperatur 400°C selama 30 menit. Bentuk arang juga dibedakan menjadi dua macam, yaitu serbuk dan ukuran 1 cm. Penjerapan arang kayu yang diaktivasi lebih baik dibandingkan dengan arang kayu tanpa perlakuan. Hasil analisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dalam penggunaan arang kayu serbuk yang diaktivasi dapat mengurangi ion logam besi dan mangan masing-masing sebesar 95,52 % dan 99,64 %. Sedangkan untuk persentase daya penjernihan terbaik yang diukur menggunakan Fotometer, ditunjukkan oleh arang kayu yang telah diaktivasi dan berbentuk serbuk dapat mereduksi warna air sebesar 50,368%.

Kata Kunci: arang kayu, logam besi, logam mangan, metode adsorpsi, aktivasi kimia-fisika, efisiensi.

Abstract

Groundwater available in the area around Telkom University contains Fe and Mn that exceed the specified standard levels. Therefore, water needs to be processed again for safe use for everyday purposes. In this study, groundwater was treated by adsorption method using charcoal wood which can absorb Fe and Mn. In addition, this study also observed the effect of charcoal activation on its adsorption power and the clarity effect on water. Activation is carried out by chemical-physical method by immersing the charcoal first into a 5% Na₂CO₃ solution for 24 hours and then heated to a 400°C temperature furnace for 30 minutes. Charcoal shape is also divided into two kinds, namely powder and size 1 cm. The absorption of activated charcoal is better than charcoal without treatment. The results of the analysis efficiency using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) in the use of activated wood powder charcoal can reduce iron metal and manganese ions respectively by 95.52% and 99.64%. Whereas for the best percentage of purification power measured using Photometer, indicated by the activated charcoal and powder form can reduce water color by 50,368%.

Keyword: wood charcoal, ferrous metal, manganese metal, adsorption method, chemical-physics activation, efisiensi.

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi penting bagi semua makhluk hidup. Semakin bertambahnya jumlah makhluk hidup maka keperluan air akan ikut bertambah. Banyak

masyarakat yang masih menggunakan air tanah sebagai sumber penyediaan air bersih, terutama di daerah sekitar Universitas Telkom. Air tanah yang tersedia di daerah tersebut mengandung logam besi (Fe) dan mangan (Mn) yang melebihi kadar standar yang telah ditentukan. Oleh karena itu, air perlu diolah kembali agar aman digunakan untuk keperluan sehari-hari.

Kekurangan air bersih dapat mempengaruhi banyak hal, diantaranya dapat mengurangi pembangunan ekonomi dan menurunkan tingkat ekonomi kehidupan. Hal ini menunjukkan bahwa dunia membutuhkan suatu cara untuk meningkatkan persediaan air bersih. Salah satunya dengan cara mengubah air tanah yang mengandung logam besi (Fe) dan mangan (Mn) yang berlebihan menjadi air yang layak dipakai untuk kehidupan.

Upaya pemenuhan kebutuhan air oleh manusia dapat dilakukan dengan mengambil air dari dalam tanah. Pada umumnya air tanah mengandung kation dan anion terlarut dan beberapa senyawa organik. Ion-ion yang sering ditemui pada air tanah adalah kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn). Adanyanya kandungan tersebut yang berlebih dalam air dapat menyebabkan warna air tanah berubah menjadi kuning-coklat setelah beberapa saat kontak dengan udara, serta gangguan kesehatan dan dapat menimbulkan bau yang kurang enak.

Saat ini pemanfaatan adsorben alami mulai dikembangkan karena kemampuan adsorpsi yang cukup baik dan juga sangat ekonomis. Salah satu adsorben alami yang sering digunakan adalah material zeolit. Namun, bila terlalu sering digunakan material ini akan menipis persediaannya di alam. Karena zeolit adalah salah satu bantuan alam seperti tambang yang apabila terus menerus digunakan akan mempengaruhi persediaannya. Oleh karena itu, dicari material alternatif lain pengganti zeolit. Salah satunya dengan cara mengganti material zeolit menjadi material dari tumbuhan hidup yang mudah diperoleh. Salah material yang dapat menjadi pengganti zeolit adalah arang kayu.

Arang kayu aktif merupakan media pengolahan air yang memiliki harga terjangkau dan memiliki daya adsorpsi yang baik. Arang aktif mempunyai pori-pori yang sudah terbuka karena mengalami proses aktivasi dengan menggunakan bahan aktivator. Salah satu bahan kimia yang biasa digunakan sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif adalah Natrium Karbonat (Na_2CO_3). Penggunaan Na_2CO_3 dikarenakan mudah didapat dan dijual bebas, Na_2CO_3 juga dapat laeut sempurna dalam air serta jika terurai tidak akan menghasilkan oksida logam. Na_2CO_3 dapat menurunkan Fe, Mn, Pb dan bakteri *Caliform* [1]. Sedangkan Na_2CO_3 yang digunakan sebesar 5% karena berdasarkan penelitian Gustan Pari (2004), bahwa dengan Na_2CO_3 5% kadar logam yang terserap akan semakin banyak.

Dalam penelitian ini, akan dipelajari daya adsorpsi arang kayu aktif terhadap air tanah yang mengandung (Fe) dan (Mn) dalam skala Laboratorium dengan menggunakan arang kayu aktif sebagai bahan baku adsorben.

2. Prosedur Penelitian

Penelitian penurunan kadar Fe dan Mn, serta penjernihan ini dilakukan dengan menggunakan metode adsorpsi. Sampel air tanah didapat dari wilayah sekitar Universitas Telkom. Adsorben yang digunakan adalah arang kayu dengan variasi ukuran yang berbeda. Penelitian ini menggunakan arang kayu tanpa perlakuan dan dengan aktivasi. Arang diaktivasi menggunakan aktivator Na_2CO_3 direndam selama 24 jam. Setelah direndam, arang tersebut dimasukkan ke dalam sampel air tanah untuk diamati pengaruhnya terhadap perubahan warna dan penurunan kadar Fe dan Mn. Untuk mengamati prosesnya, diambil beberapa sampel tiap 1 jam selama 6 kali.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah penurunan kadar Fe dan Mn, efisiensi, dan resistansi. Data penurunan kadar Fe dan Mn diperoleh menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) di lab air ITB. Sedangkan data resistansi diperoleh dengan pengujian menggunakan spektrofotometer yang berada di laboratorium material universitas Telkom.

3. Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses penjerapan pada zat terlarut yang ada dalam larutan oleh suatu benda penjerap dimana terjadi suatu ikatan fisika kimia antara zat terlarut dengan penjerapnya. Proses adsorpsi terjadi ketika zat yang terdapat dalam larutan akan menempel pada permukaan penjerapnya akibat ikatan fisika dan kimia. Molekul yang terikat pada bagian antar muka disebut adsorbat, sedangkan permukaan yang menyerap molekul-molekul adsorbat disebut adsorben. Pada adsorpsi, interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben. Adsorpsi adalah gejala pada permukaan, sehingga makin besar luas permukaan maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Walaupun demikian, adsorpsi masih bergantung pada sifat zat pengadsorpsi [2].

4. Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi adalah suatu fungsi konsentrasi zat terlarut yang terserap pada padatan terhadap konsentrasi larutan. Tipe isoterm adsorpsi dapat digunakan untuk mempelajari mekanisme adsorpsi fase cair-padat pada umumnya menggunakan tipe isoterm Langmuir [3]. Adsorben yang baik memiliki presentase yang tinggi. Sedangkan persentase adsorpsi (efisiensi adsorpsi) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% E = \left(\frac{C_1 - C_2}{C_1} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

C_1 = Konsentrasi awal larutan (mg/L)

C_2 = Konsentrasi akhir larutan (mg/L)

$\% E$ = Efisiensi adsorpsi

5. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian dari banyaknya logam besi (Fe) dan mangan (Mn) yang terserap oleh arang kayu dan arang aktif kayu pada air tanah dengan perbedaan ukuran arang serta waktu pengendapan yang bervariasi yaitu 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 jam untuk arang tanpa aktivasi dan arang yang diaktivasi untuk penyerapan kadar Fe dan Mn oleh arang kayu dan arang kayu aktif. Dalam pengujian tersebut kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air sebesar 3,89 mg/L untuk Fe yang baku mutunya 0,3 mg/L dan 2,81 mg/L untuk mangan yang baku mutunya 0,4, dengan baku mutu mengacu kepada air minum no. 492/MENKES/PER/IV/2010.

Arang
Kayu
Tidak
aktivasi
Ukuran
1 cm



Arang
Kayu
Tidak
aktivasi
Ukuran
Serbuk



Arang
Kayu
aktivasi
Ukuran
1 cm



Arang
Kayu
aktivasi
Ukuran
Serbuk



Gambar 4.1 Hasil pengujian secara visual

Pada pengujian spektrofotometrik, data yang diambil dari adalah resistansi. Seberapa banyak jumlah cahaya yang dapat melewati sampel air. Data yang didapat lalu diolah menjadi data simpangan dan persentase adsorpsi. Nilai simpangan menunjukkan besar tingkat kekeruhan air sampel yang semakin kecil nilai simpangan

menunjukkan semakin kecil tingkat kekeruan air. Sedangkan Persentase adsorpsi menunjukkan berapa besar kemampuan arang kayu dalam mereduksi warna keruh dalam air.

Data yang telah diolah ditampilkan pada Table 4.2 hingga 4.5

Tabel 4.2 Data Nilai simpangan dan persentase arang kayu tanpa aktivasi ukuran 1 cm

Sampel	Nilai Simpangan		Persentase Pengurangan Kandungan Logam terhadap Larutan (%)
	Aquadest dan Kontrol	Aquades dan Sampel	
1	3,091	2,756	10,826
2	3,398	2,762	18,701
3	2,624	2,028	22,742
4	3,665	2,822	23,002
5	2,844	2,208	22,360
6	3,996	3,167	20,751

Tabel 4.3 Data Nilai simpangan dan persentase arang kayu tanpa aktivasi ukuran serbuk gram

Sampel	nilai simpangan		Persentase Pengurangan Kandungan Logam terhadap Larutan (%)
	Aquadest dan Kontrol	Aquadest dan Sampel	
1	3,081	2,579	16,286
2	3,327	2,701	18,833
3	3,077	2,372	22,923
4	3,785	2,861	24,413
5	2,935	2,157	26,506
6	3,979	3,212	19,290

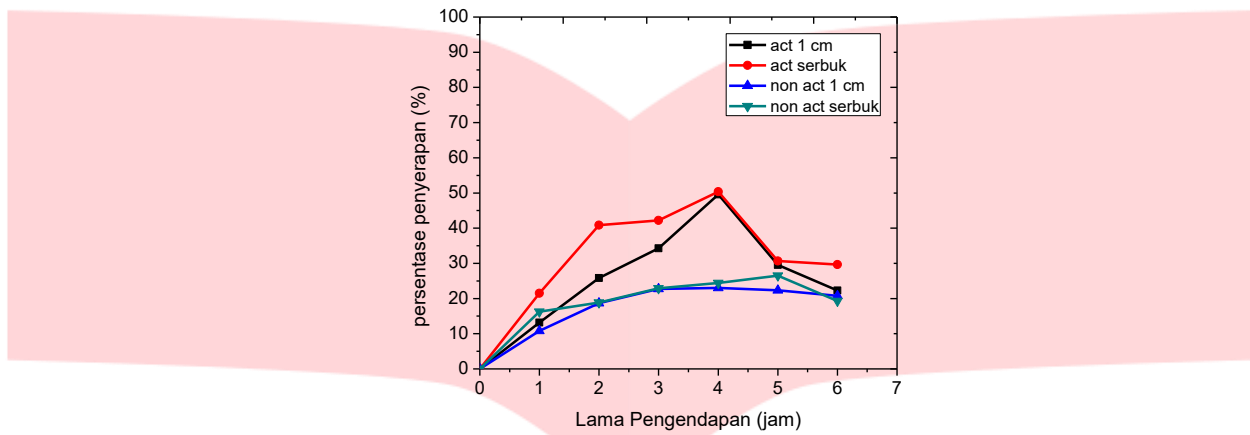
Tabel 4.4 Data Nilai simpangan dan persentase arang kayu yang diaktivasi ukuran serbuk

Sampel	nilai simpangan		persentase pengurangan kandungan logam terhadap larutan (%)
	Aquadest dan Kontrol	Aquadest dan Sampel	
1	3,494	2,742	21,519
2	3,616	2,140	40,831
3	3,724	2,153	42,180
4	2,398	1,190	50,368
5	3,539	2,453	30,673
6	3,988	2,806	29,646

Tabel 4.5 Data Nilai simpangan dan persentase arang kayu yang diaktivasi ukuran 1cm

Sampel	Nilai Simpangan		Persentase Pengurangan Kandungan Logam terhadap Larutan (%)
	Aquadest dan Kontrol	Aquadest dan Sampel	
1	3,557	3,088	13,184
2	3,135	2,325	25,843
3	3,455	2,271	34,271
4	3,077	1,552	49,570
5	3,821	2,692	29,535
6	2,821	2,193	22,257

Data persentase menunjukkan seberapa banyak (%) kandungan warna yang dapat dijerap oleh arang kayupada air tanah. Data tersebut ditampilkan pada grafik berikut



Gambar 4.2 Grafik Persentase Penyerapan ion logam oleh Arang kayu

Pada grafik di atas, terlihat keempat jenis perlakuan terhadap arang kayu dapat mereduksi warna pada air, tetapi hasil yang terbaca tidak begitu signifikan, pengamatan dilakukan mulai jam ke 1 sampai ke 6 yang diambil tiap 1 jam. Hasil terbaik ditunjukkan oleh arang kayu yang serbuk dan telah diaktivasi yang dapat mereduksi warna air sebanyak 50%. Tetapi arang kayu yang tidak diaktivasi hanya dapat mereduksi warna air sekitar 20%.

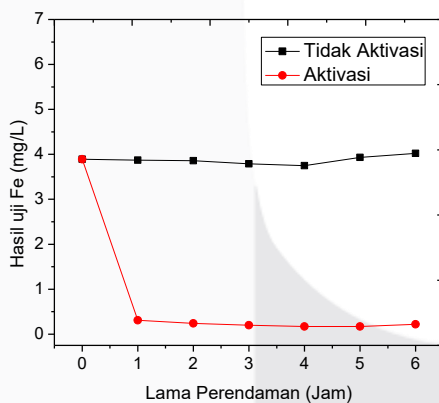
Pada pengujian AAS yang bertempat di Laboratorium air ITB, Data yang teramati adalah jumlah kandungan logam besi (Fe) dan logam mangan (Mn) yang terlarut dalam air (mg/L).

a) Hasil Uji Lab Arang Kayu serbuk Menggunakan Alat AAS

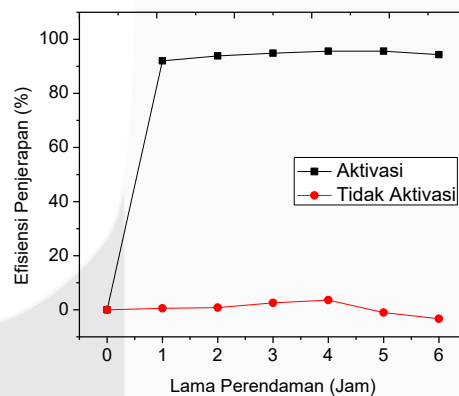
Tabel 4.6. Data hasil uji banyaknya penyerapan ion logam besi (Fe) dengan arang kayu serbuk.

Metode	Lama Pengendapan (jam)					
	B1 (1 jam)	B2 (2 jam)	B3 (3 jam)	B4 (4 jam)	B5 (5 jam)	B6 (6 jam)
Aktivasi	0,31	0,24	0,2	0,17	0,17	0,22
Tanpa Aktivasi	3,87	3,86	3,79	3,75	3,93	4,02

Keterangan: A2 = arang kayu serbuk
B = Lama pengendapan (jam)



Gambar 4.3. Grafik Hasil uji Fe pada arang kayu serbuk terhadap lama pengendapan



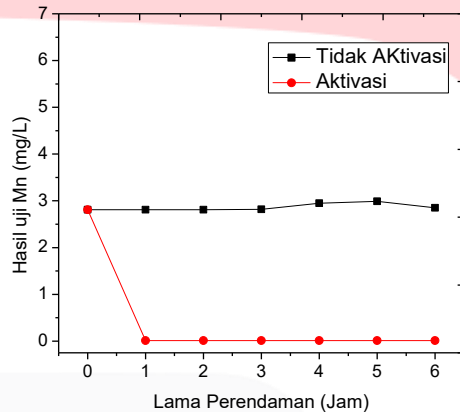
Gambar 4.4. Efisiensi penyerapan ion logam (Fe) pada arang kayu terhadap lama pengendapan

Hasil penelitian pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa ion logam besi pada metode tanpa aktivasi mengalami penurunan dari waktu pengendapan 1 jam menuju 4 jam tetapi tidak mengalami penurunan yang drastis, dan dari 5 jam menuju 6 jam mengalami kenaikan. Sedangkan penurunan ion besi pada metode aktivasi mengalami penurunan kandungan ion besi yang sangat drastis di jam ke 1 hingga jam ke 5. Pada jam kelima, hingga jam ke 6 kandungan ion besi pada air sampel mengalami kenaikan 1 hingga jam ke 5. Pada jam kelima,

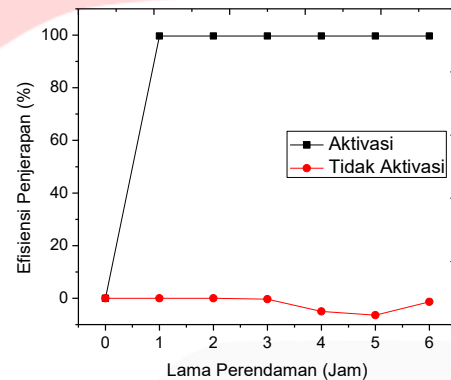
hingga jam ke 6 kandungan ion besi pada air sampel mangalami kenaikan. Hasil efisiensi penjerapan arang kayu yang sudah diaktivasi dengan aktivator Na_2CO_3 untuk ion logam besi sebesar 95,62% dan 3,59% untuk arang tanpa aktivasi

Tabel 4.7 Data hasil uji banyaknya penyerapan ion logam mangan (Mn) dengan arang kayu serbuk.

Metode	Lama Pengendapan					
	B1 (1 jam)	B2 (2 jam)	B3 (3 jam)	B4 (4 jam)	B5 (5 jam)	B6 (6 jam)
Aktivasi	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Tanpa Aktivasi	2,81	2,81	2,82	2,95	2,99	2,849



Gambar 4.5. Grafik Hasil uji Mn pada arang kayu serbuk terhadap lama pengendapan



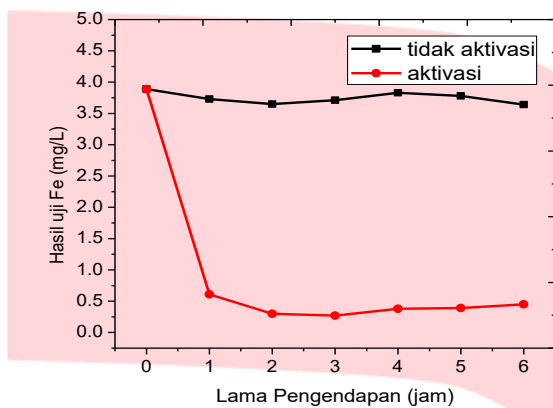
Gambar 4.6. Efisiensi penyerapan ion logam (Mn) pada arang kayu serbuk terhadap lama pengendapan

Gambar 4.5 menunjukkan hasil penelitian pada arang serbuk bahwa ion logam mangan pada metode aktivasi mengalami penurunan drastis dan mengalami kestabilan nilai di 0,01 mg/L pada jam ke 1 hingga jam ke 6. Hal ini menunjukkan bahwa arang serbuk yang sudah diaktivasi dapat menyerap ion logam besi dengan cepat diantara jam ke 0 sampai jam ke 1, dan penyerapan pun menjadi berkurang dikarenakan kemampuan menyerap arang kayu serbuk yang sudah diaktivasi terhadap ion logam Mn sudah maksimum di 0,01 mg/L. Sedangkan ion logam mangan tanpa perlakuan mengalami kenaikan dari waktu pengendapan 2 jam menuju 4 jam dan menalami penurunan dijam ke 5 sampai dengan jam ke 6. Gambar 4.6 menunjukkan efisiensi penyerapan ion logam (Mn) pada arang kayu berukuran serbuk terhadap lama pengendapan. Dari gambar tersebut terlihat bahwa kondisi optimum penyerapan ion logam Mn yang paling baik yaitu menggunakan arang yang diaktivasi dengan nilai efisiensi penyerapan sebesar 99,64%

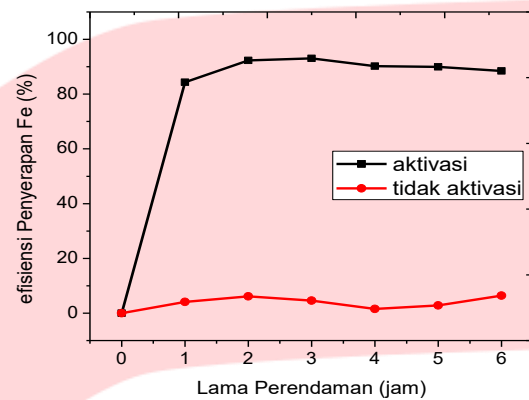
b) Hasil uji Lab Arang 1 cm Menggunakan Alat AAS

Tabel 4.8. Data hasil uji banyaknya penyerapan ion logam besi (Fe) dengan arang kayu berukuran 1 cm.

Metode	Lama Pengendapan					
	B1 (1 jam)	B2 (2 jam)	B3 (3 jam)	B4 (4 jam)	B5 (5 jam)	B6 (6 jam)
Aktivasi	0,61	0,3	0,27	0,38	0,39	0,45
Tanpa Aktivasi	3,89	3,65	3,71	3,83	3,78	3,64



Gambar 4.7. Grafik Hasil uji Fe pada arang kayu serbuk terhadap lama pengendapan



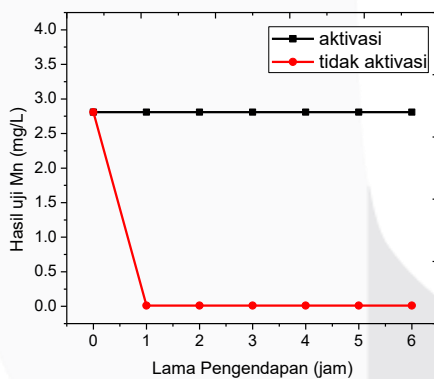
Gambar 4.8 Efisiensi penyerapan ion logam (Fe) pada arang kayu terhadap lama pengendapan

Hasil penelitian pada tabel 4.7 menunjukkan bahwa ion logam besi pada arang kayu berukuran 1 cm dengan metode tanpa aktivasi mengalami penurunan dari waktu pengendapan 1 jam menuju 2 jam, dari 3 jam menuju 4 jam mengalami kenaikan, dan dari 6 jam mengalami penurunan kembali. Sedangkan arang yang berukuran 1 cm dengan menggunakan metode aktivasi mengalami penurunan dari waktu pengendapan 1 jam menuju 3 jam dan waktu 4 jam menuju 6 jam mengalami kenaikan. Hasil efisiensi Fe berukuran serbuk ditunjukkan pada grafik dibawah ini:

Gambar 4.8 menunjukkan grafik efisiensi penyerapan ion logam Fe pada arang kayu berukuran 1 cm terhadap lama pengendapan Hasil efisiensi penyerapan arang kayu yang sudah diaktivasi untuk ion logam besi sebesar 93,05 % dan 6,42 % untuk arang tanpa aktivasi.

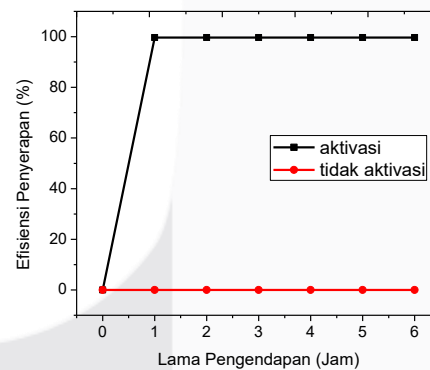
Tabel 4.9. Data hasil uji banyaknya penyerapan ion logam besi (Mn) dengan arang kayu berukuran 1 cm.

Metode	Lama Pengendapan					
	B1 (1 jam)	B2 (2 jam)	B3 (3 jam)	B4 (4 jam)	B5 (5 jam)	B6 (6 jam)
Aktivasi	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Tanpa Aktivasi	2,81	2,81	2,81	2,81	2,81	2,81



Gambar 4.9. Grafik Hasil uji Mn pada arang kayu serbuk terhadap lama pengendapan

Dari Gambar 4.9 terlihat bahwa efisiensi penyerapan optimum pada ion logam Mn sebesar 99,64% yaitu pada arang yang telah diaktivasi dan untuk arang tanpa perlakuan tidak ada penurunan pada kandungan ion logam Mn pada air. Hal ini menunjukkan arang berukuran ±1 cm yang tidak diaktivasi tidak dapat menyerap kandungan logam Mn dalam air.



Gambar 4.10. Efisiensi penyerapan ion logam (Mn) pada arang kayu terhadap lama pengendapan

Terlihat dari data diatas, penyerapan logam besi (Fe) yang terkandung dalam air tanah paling efektif ditunjukkan oleh data arang yang diaktivasi dan berukuran serbuk. Sedangkan penyerapan logam mangan dalam air tanah yang paling efektif ditunjukkan oleh data arang yang diaktivasi, namun ukuran arang tidak mempengaruhi penyerapan ion logam Mn tersebut. hal tersebut dikarenakan ketika arang diaktivasi, jumlah pori-pori didalam arang semakin banyak dan semakin terbuka. Ketika pori-pori semakin banyak, daya serap arang

terhadap kandungan Fe dan Mn di dalam air semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan arang kayu yang diaktivasi dapat dilakukan untuk penjerapan mangan dan besi. Sedangkan penggunaan arang kayu yang tidak diaktivasi kurang efektif mereduksi kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) yang terkandung dalam air.

6. Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan arang kayu tanpa aktivasi dengan arang kayu menggunakan aktivasi sebagai adsorben ion logam Fe dan Mn, maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Diantaranya adalah:

1. Kondisi optimum untuk menghasilkan penjerapan ion logam (Fe) yang paling efektif yaitu dengan menggunakan arang kayu yang telah diaktivasi dan dijadikan serbuk dengan massa 6 gram. Hal ini terlihat pada jam ke 4 dengan nilai 0,17 mg/L dengan nilai efisiensi penjerapannya sebesar 95,52%.
2. Kondisi optimum untuk menghasilkan penjerapan ion logam (Mn) yang paling efektif yaitu dengan menggunakan arang kayu yang telah diaktivasi dan dijadikan serbuk dengan massa 6 gram. Hal ini terlihat dengan nilai kadar Mn yang sudah menunjukkan 0,01 mg/L sejak 1 jam pengujian dengan nilai efisiensi penjerapannya sebesar 99,64%.
3. Persentase daya penjernihan terbaik ditunjukkan oleh arang kayu yang telah diaktivasi dan berbentuk serbuk dapat mereduksi warna air sebesar 50,368%.

7. Referensi

- [1] Pari, G. 1996. Pembuatan Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Tusman untuk Penjernih Air Limbah Industri Pulp Kertas dan Air Sumur. Buletin Penelitian Hasil Hutan, vol 14 (2) : 69.
- [2] Apriliani A. 2010. Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam Air Limbah. Jakarta (ID) : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- [3] Atkins, P. W. 1999. *Kimia Fisika 2*. Jakarta : Erlangga.