



## Kinetics Study of Fe Content Decrease In Well Water With Activated Carbon Adsorption Of Coffee Waste

Adi Prima Rizki<sup>1\*</sup>, dan Ari Susandy Sanjaya<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman Jl. Sambaliung No. 09 Kampus Gunung Kelua, Samarinda – Kaltim

\*E-mail: adyrizki@yahoo.co.id

### Abstract

Water wells that contain iron will cause harm to living organisms, especially humans. Experiment of Fe adsorption on well water using activated carbon. On the experiment, coffee waste used as materials for making charcoal, activated charcoal is subsequently used to reduce Fe. Adsorption of Fe at 400 rpm achieved optimum contact time of 20 minutes. While at 500 rpm achieve optimum value at 15 min and 600 rpm achieve optimum at 25 minutes. Isothermal adsorption model is isothermal Langmuir with  $R^2$  for 400 rpm and 500 rpm are 0,999 and for 600 rpm is 0.996. Langmuir equation shows the rate of 400 rpm has the best adsorption capability with a value is 1,267. Fe adsorption with activated charcoal from coffee waste at a rate of 400 rpm to adequate the kinetics model of order 0, whereas the rate of 500 and 600 rpm adequate the second-order kinetic.

**Keywords:** coffee waste, iron (Fe), activated carbon, adsorption, kinetic

### Pendahuluan

Air adalah materi esensial di dalam kehidupan. Di dalam sel hidup, baik pada tumbuh-tumbuhan ataupun pada hewan (termasuk di dalamnya manusia) terkandung sejumlah air, yaitu lebih dari 75% kandungan sel tumbuh-tumbuhan atau lebih dari 67% kandungan sel hewan terdiri dari air. Salah satu kandungan zat yang terkandung dalam air adalah Fe. Kelebihan Fe pada air dapat menimbulkan bau dan warna pada air minum, seperti menyebabkan air menjadi kemerah-merahan dan memberi rasa yang tidak enak pada minuman (Sutrisno, 2004)

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasinya adalah dengan menggunakan arang aktif. Ampas kopi termasuk bahan organik yang dapat dibuat menjadi arang aktif/adsorben atau bahan penyerap (Sugiharto, 1987). Ampas kopi adalah bahan yang murah dan mudah didapatkan serta dapat digunakan untuk mengurangi kadar amonia, nitrit dan nitrat dalam limbah cair industri tahu. Arang aktif merupakan suatu padatan berpori yang dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Semakin luas permukaan arang aktif maka daya adsorpsinya semakin tinggi (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Pada penelitian ini ampas kopi digunakan sebagai bahan untuk membuat arang aktif. Selanjutnya arang aktif tersebut digunakan untuk menurunkan kadar Fe. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model kinetika yang sesuai pada proses adsorpsi Fe dengan melihat daya jerap arang aktif ampas kopi dalam berbagai kecepatan pengadukan.

### Metodologi

Pembuatan arang aktif dilakukan dengan mengeringkan ampas kopi di bawah sinar matahari selama satu hari kemudian 40 gram ampas kopi diarangkan di dalam *furnace* pada suhu 450 °C selama 45 menit. Setelah proses pengarangan selesai, ampas kopi dibiarkan dan disimpan di dalam wadah. Arang aktif direndam dalam larutan pengaktif HCL 0,1 M selama 48 jam lalu ditiriskan dan dicuci dengan aquades hingga netral. Kemudian dikeringkan di oven pada suhu 100 °C selama 4 jam untuk dihilangkan kadar airnya. Dilakukan perhitungan rendemen, kadar air, dan kadar abu untuk dibandingkan dengan standar baku mutu arang aktif yaitu SNI No.06-3730-1995.

Air sumur sebanyak 100 mL dikontakkan dengan 1 gram arang aktif berukuran 100 mesh dengan variasi waktu pengadukan 5,10,15,20 dan 25 menit. Air sumur sebelum dan sesudah dikontakkan dengan arang aktif diukur kadar Fe nya dengan AAS. Penentuan reaksi orde nol, satu, dan dua digunakan regresi linier dengan memplotkan konsentrasi dan waktu kontak. Penentuan isotherm adsorpsi dilakukan dengan mengubah persamaan Langmuir dan Freundlich menjadi persamaan garis lurus. Kesetimbangan adsorpsi tergantung pada harga koefisien determinan ( $R^2$ ) dengan mendekati 1.



## Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ditampilkan pada Tabel 1. Berikut ini:

**Tabel 1.** Kualitas arang aktif

Parameter	Standar Mutu SNI No. 06-3730-1995	Hasil Analisa
Rendemen	-	62,06 %
Kadar air	Maksimum 15 %	11,89 %
Kadar abu	Maksimum 10 %	9,25 %

Hasil analisa menunjukkan bahwa kualitas karbon aktif memenuhi standar mutu SNI No. 06-3730-1995. Penetapan rendemen arang aktif bertujuan untuk mengetahui jumlah karbon aktif yang dihasilkan setelah melalui proses pengarangan, jumlah maksimum untuk hasil rendemen tidak ditentukan dalam SNI. Tujuan dari penetapan kadar air adalah untuk mengetahui sifat higroskopis karbon aktif. Kadar air yang diperoleh dari hasil penelitian relatif kecil, hal ini menunjukkan bahwa kandungan air terikat bahan baku yang dikarbonisasi lebih dahulu keluar sebelum diaktivasi.

Kadar air yang tinggi dapat menurunkan mutu arang aktif karena dapat mengurangi daya serap terhadap gas atau cairan. Tujuan dari penetapan kadar abu karbon aktif adalah untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam karbon aktif. Kadar abu yang tinggi dapat menurunkan mutu karbon aktif karena semakin tinggi kadar abu maka semakin banyak pula kandungan bahan anorganik yang terdapat dalam bahan.

**Tabel 2.** Tabel Hasil pengamatan

rpm	T (min)	Fe awal (Ca)	Fe akhir (Ce)	Fe teradsorpsi	x/m	Ce/(x/m)	Log (Ce)	Log (x/m)	% penurunan Fe
400	5	13,652	1,023	12,629	1,262	0,810	0,009	0,101	0,925
	10	13,652	0,978	12,674	1,267	0,771	-0,009	0,102	0,928
	15	13,652	0,847	12,805	1,280	0,661	-0,072	0,107	0,937
	20	13,652	0,006	13,646	1,364	0,004	-2,221	0,135	0,999
	25	13,652	-	-	-	-	-	-	-
500	5	13,652	2,172	11,48	1,148	1,891	0,336	0,0599	0,840
	10	13,652	0,697	12,955	1,295	0,538	-0,156	0,112	0,948
	15	13,652	0,494	13,158	1,315	0,375	-0,306	0,119	0,963
	20	13,652	-	-	-	-	-	-	-
	25	13,652	-	-	-	-	-	-	-
600	5	13,652	3,87	9,782	0,978	3,956	0,587	-0,009	0,716
	10	13,652	1,16	12,492	1,249	0,928	0,064	0,096	0,915
	15	13,652	0,659	12,993	1,249	0,507	-0,181	0,113	0,951
	20	13,652	0,438	13,214	1,321	0,331	-0,358	0,121	0,967
	25	13,652	0,153	13,499	1,349	0,113	-0,815	0,130	0,988

**Tabel 3.** Tabel perhitungan kapasitas adsorpsi isoterm Langmuir

rpm	Langmuir		
	a	kL	R <sup>2</sup>
400	1,267	789	0,999
500	1,1	10,951	0,999
600	0,951	6,869	0,996

**Tabel 4.** Tabel perhitungan kapasitas adsorpsi isoterm Freundlich

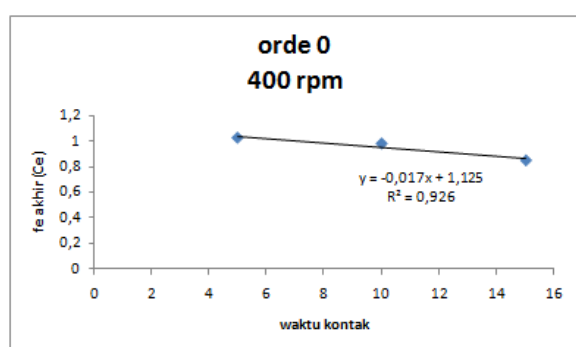
rpm	Freundlich		
	kF	1/n	R <sup>2</sup>
400	1,267	0,014	0,983
500	1,238	0,095	0,985
600	1,177	0,098	0,797

Dari tabel 3 dan 4 dapat dilihat bahwa adsorpsi kadar Fe oleh karbon aktif dari ampas kopi memenuhi persamaan Freundlich dan Langmuir, tetapi jika dilihat pada nilai R<sup>2</sup> persamaan adsorpsi Langmuir lebih tepat. Adsorpsi ion Fe<sup>2+</sup> oleh ampas kopi yang sesuai dengan pola isoterm adsorpsi Langmuir mengindikasikan bahwa adsorpsi hanya

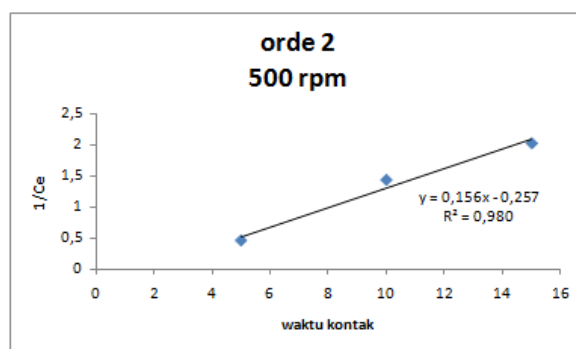
berlangsung satu lapis (monolayer). Parameter  $a$  menunjukkan kapasitas maksimum monolayer adsorben, dan parameter  $k_L$  yang disebut konstanta afinitas menunjukkan kekuatan ikatan molekul adsorbat pada permukaan adsorben.

Pada persamaan Langmuir kecepatan 400 rpm diperoleh hasil bahwa kemampuan adsorpsi relatif dari ampas kopi dalam mengadsorpsi ion  $Fe^{2+}$  ditunjukkan oleh nilai  $a$ , yang besarnya 1,267. Kekuatan interaksi antara ion  $Fe^{2+}$  dengan ampas kopi ditunjukkan dengan nilai  $k_L$  yang besarnya 789. Pada kecepatan 500 rpm dapat diketahui bahwa kemampuan adsorpsi relatif dari ampas kopi dalam mengadsorpsi ion  $Fe^{2+}$  ditunjukkan oleh nilai  $a$ , yang besarnya 1,1. Kekuatan interaksi antara ion  $Fe^{2+}$  dengan ampas kopi ditunjukkan dengan nilai  $k_L$  yang besarnya 10,951. Pada kecepatan 600 rpm dapat diketahui bahwa kemampuan adsorpsi relatif dari ampas kopi dalam mengadsorpsi ion  $Fe^{2+}$  ditunjukkan oleh nilai  $a$ , yang besarnya 0,951. Kekuatan interaksi Antara ion  $Fe^{2+}$  dengan ampas kopi ditunjukkan dengan nilai  $k_L$  yang besarnya 6,969.

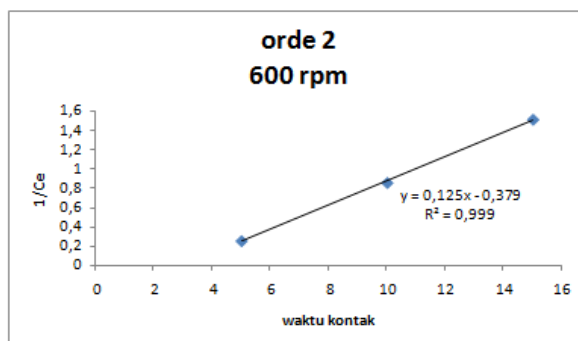
Penentuan mekanisme dan laju adsorpsi suatu media, diperlukan pendekatan dengan model kinetika tertentu. Kinetika adsorpsi Fe pada air sumur diperoleh dengan melihat pengaruh variasi waktu kontak dan laju pengadukan. Waktu kontak dilakukan pada 5, 10, 15, 20, 25 menit dan laju pengadukan percobaan 400,500, dan 600 rpm.



**Gambar 1.** Model kinetika orde nol pada 400 rpm untuk berbagai variasi waktu



**Gambar 2.** Model kinetika orde 2 pada 500 rpm untuk berbagai variasi waktu



**Gambar 3.** Model kinetika orde 2 pada 600 rpm untuk Berbagai variasi waktu

Harga konstanta kinetika ( $k$ ) diperoleh dari slope grafik hubungan antara konversi Fe terhadap waktu (menit). Harga konstanta laju adsorpsi yang diperoleh dari variasi laju pengadukan ditampilkan pada tabel 4 berikut ini.

**Tabel 4.** Kinetika adsorpsi pada berbagai variasi laju pengadukan

No	rpm	Ca	k(menit <sup>-1</sup> )	Orde (n)	v(ppm/menit)
1.	400	13,652	0,004	0	0,004
2.	500	13,652	0,012	2	2,236
3.	600	13,652	0,011	2	2,050

Berdasarkan orde reaksi yang diperoleh dari setiap variasi laju pengadukan dapat dihitung laju reaksinya dengan rumus  $v = [Ca]^n$



## Kesimpulan

Adsorpsi Fe pada 400 rpm mencapai optimum pada waktu kontak 20 menit. Sedangkan pada 500 rpm mencapai optimum pada 15 menit dan 600 rpm mencapai optimum pada 25 menit.

Dari persamaan Freundlich menunjukkan laju 400 rpm mempunyai kemampuan adsorpsi yang paling bagus dengan nilai  $n$  adalah 1,267. Kekuatan interaksi antara ion  $Fe^{2+}$  dengan ampas kopi ditunjukkan dengan nilai  $k_L$  yang besarnya 789.

Adsorpsi Fe dengan arang aktif dari ampas kopi pada laju 400 rpm mengikuti model kinetika orde 0, sedangkan pada laju 500 dan 600 rpm mengikuti kinetika orde 2.

## Daftar Pustaka

- Mulyana, L., Pradiko, H. dan Nasution, K., 2003. *Pemilihan Persamaan Adsorpsi Isotherm Pada Penentuan Kapasitas Adsorpsi Kulit Kacang Tanah Terhadap Zat Warna Remazol Golden Yellow 6*, Infomatek Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik – Universitas Pasundan.
- Murni H. dan Eko S., 2009. *Uji Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) Oleh Zeolit*, Pusat Penelitian Metalurgi – LIPI, Tangerang.
- Erika Mulyana Gultom dan M. Turmuzi, 2014. *Aplikasi Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivator  $H_3PO_4$  Untuk Penyerapan Logam Berat Cd Dan Pb*, Lubis Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara .
- Ni Made Shinta Megawati, Anak Agung Bawa Putra, dan James Sibarani, 2013. *Pemanfaatan Arang Batang Pisang (Musa Paradisiacal) Untuk Menurunkan Kepadatan Air*, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.
- Iriany, Krisnawati and Jasinda, 2013. *Adsorption of Heavy Metal Iron Fe(III) using Activated Powdered Duck Eggshell Adsorbent* , Department of Chemical Engineering, Universitas Sumatera Utara.
- Irmanto, Suyata, 2009. *Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi*, Program Studi Kimia, Jurusan MIPA Fakultas Sains dan Teknik UNSOED, Purwokerto.
- Selfina Haniko, 2010. *Studi Adsorpsi Ion  $Ca^{2+}$  Menggunakan Adsorben Arang Kayu Matoa (Pometia Pinnata) Untuk Menurunkan Kepadatan Air*, Fakultas MIPA jurusan kimia, Universitas Negeri Papua.
- Sembiring, M. T. dan T. S. Sinaga. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*, Departemen Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara.
- Sugiharto. 1987. *Dasar – Dasar Pengolahan Air Limbah*. UI Press. Jakarta
- Sutrisno, T., 2004. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: PT. Rineka Cipta
- I Dewa Gede Dwi Prabhasastra Kusuma, Ni Made Wiratini, dan I Gusti Lanang Wiratma, 2014. *Isoterm Adsorpsi  $Cu^{2+}$  Oleh Biomassa Rumpun Laut Eucheuma Spinosum*, Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja, Indonesia.





## Lembar Tanya Jawab

**Moderator : Didi Dwi Anggoro (Universitas Diponegoro Semarang)**

**Notulen : Susanti Rina N. (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Susanti Rina ( Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Kenapa digunakan ampas kopi? Berapa banyak ampas kopi yang digunakan untuk menjerap Fe dalam 100 ml air sumur?  
Jawaban : Digunakan ampas kopi sebagai arang aktif karena ampaskopi memenuhi kriteria standar mutu arang aktif menurut SNI dan berpotensi karena memiliki nilai karbon yang tinggi.
2. Penanya : Dedi Hendriyana ( Universitas Jenderal Ahmad Yani Bandung)  
Pertanyaan : Kenapa menggunakan orde 0, 1, dan 2 yang diturunkan dari persamaan Langmuir? Apakah Freundlich juga digunakan?  
Jawaban : Digunakan Langmuir karena  $R^2$  mengarah kepada persamaan Langmuir daripada Freundlich.

