

POTENSI ADSORBEN KOMPOSIT TANAH ANDISOL-KARBON AKTIF UNTUK MENURUNKAN KADAR LOGAM BESI (Fe) PADA AIR SUMUR DI KECAMATAN SRANDAKAN, KABUPATEN BANTUL

¹Muhammad Nur Rohman, ²Sunarto, ³Pranoto

¹Ilmu Lingkungan, Pascasarjana Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah

²Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah

³Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah

Email: nurrohmanaman@yahoo.co.id

Abstrak

Peningkatan jumlah penduduk yang pesat di Kecamatan Srandakan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta berbanding lurus dengan kebutuhan terhadap sumber daya alam. Salah satu sumber daya alam yang dimanfaatkan adalah sumber daya air tanah. Peningkatan jumlah penduduk memberikan tekanan yang besar terhadap ketersediaan sumber daya air tanah. Sumber daya air tanah yang umum dimanfaatkan oleh penduduk adalah air sumur. Permasalahan lingkungan yang terjadi adalah penurunan kualitas air sumur, terutama dampak pencemaran logam besi (Fe). Upaya untuk menurunkan kadar logam besi (Fe) air sumur, salah satunya dengan aplikasi adsorben komposit tanahandisol-karbonaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis potensi adsorben komposit tanahandisol-karbon aktif dalam menurunkan kadar logam besi (Fe) pada air sumur di Kecamatan Srandakan, Kabupaten Bantul. Penelitian ini menggunakan jenis kuantitatif, data kualitas air diambil secara *purposive* sampling, analisis data menggunakan uji t. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi media sebesar 50 % tanah Andisol dengan 50 % karbon aktif (1:1) memperoleh penurunan kadar logam besi (Fe) dari 1,61 mg/L menjadi 0,21 mg/L. Sedangkan, kemampuan adsorpsi medianya sebesar 0,0028 mg/g logam besi (Fe). Kesimpulan penelitian ini adalah adsorben komposit tanah andisol:karbonaktif (1:1) mampu menurunkan kadar logam besi (Fe) dengan persentase penurunan mencapai 86,95 %, sehingga sesuai dengan baku mutu lingkungan.

Kata kunci: adsorben, air sumur, andisol, karbon aktif, logam besi.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok manusia, bahkan hampir 70 % tubuh manusia mengandung air. Air berperan untuk memenuhi kebutuhan hidup seperti untuk keperluan makan, minum, mandi, dan pemenuhan kebutuhan lain (Supardi, 2003). Sumber air utama berasal dari air tanah. Pada umumnya, air tanah yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan diambil dari air sumur. Namun, air sumur mempunyai peranan besar di dalam penularan berbagai penyakit. Besarnya peranan air sumur dalam penularan penyakit sangat dipengaruhi oleh kualitas air itu sendiri.

Srandakan adalah salah satu kecamatan di Kabupaten Bantul, Provinsi Yogyakarta yang mayoritas penduduknya menggunakan air sumur untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bantul, 2016). Kecamatan Srandakan terletak pada 7°56'20,01"LS - 110°14'46,6"BT. Di Srandakan Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Masyarakat tersebut untuk mencukupi kebutuhan sehari-hari dalam hal sumber daya air menggunakan air sumur gali dan kualitas air sumur yang digunakan masyarakat di Srandakan bervariasi rata warnanya agak keruh. Salah satu pencemar adalah logam besi (Fe). Hasil pengujian laboratorium awal kadar logam besi sebesar 1,61 mg/L (Data Primer, 2018). Baku mutu lingkungan logam Fe menurut Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah sebesar 0,3 mg/L.

Dampak kesehatan kandungan logam Besi (Fe) dalam tubuh dikendalikan oleh fase adsorpsi, sehingga tubuh manusia tidak dapat mengekskresikan logam Fe, karena sering mendapat transfusi darah, warna kulit menghitam karena akumulasi logam besi (Fe),

cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Walaupun logam Fe diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis yang besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar logam besi Fe yang lebih dari 1 mg/L menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit (FebrinadanAyuna, 2015). Apabila kelarutan Logam besi dalam air melebihi 10 mg/L akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk (Achmad, 2004).

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mewajibkan pemeliharaan lingkungan hidup untuk mengatasi pencemaran logam Fe, terutama dalam air sumur. Upaya memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah maka Air diolah dulu untuk memenuhi baku air mutu. Untuk itu, perlu dilakukan pengembangan metode pengolahan air yang baik. Salah satu teknologi pengolahan yang dapat mengatasi permasalahan kualitas air salah satunya dengan proses adsorpsi. Adsorpsi dapat dibuat dari berbagai bahan yang mudah didapat, salah satunya dengan menggunakan campuran antara tanah andisol dan karbon aktif.

Tanah andisol merupakan tanah abu vulkanik yang banyak dijumpai pada daerah dengan ketinggian sekitar 700-1500 m di atas permukaan laut dan bekas gunung berapi (Widjonarko *et al.*, 2003). Tanah andisol mempunyai sifat-sifat yang khas dan diasumsikan bahwa sifat-sifat tersebut berkaitan erat dengan tingginya kandungan alofan. Tanah andisol tidak hanya memiliki sifat kandungan bahan organik tinggi, berat jenis rendah, daya menahan air tinggi, total porositas yang tinggi, tanah ini bersifat gembur konsistensinya, kurang plastis dan tidak lengket (Tan, 1984). Berdasarkan penelitian Saputro (2014) menyebutkan bahwa penambahan tanah andisol yang mempunyai kandungan mineral dan sifat yang hampir sama dengan lempung mampu meningkatkan persentase adsorpsi ion logam Cu (II) pada larutan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tanah andisol mempunyai luas permukaan tinggi dengan gugus-gugus fungsional aktif yang bersifat amfoter sehingga mampu menyerap adsorbat baik kation maupun anion (Siewe *et al.*, 2015). Tanah andisol Gunung Lawu yang mengandung alofan mampu menyerap logam Fe sebesar 0,56 mg/g dan logam Cd sebesar 0,30 mg/g (Kusumastuti, 2014). Pranoto *et al.* (2013) melakukan identifikasi, karakterisasi dan aktivasi alofan alam dari gunung Papandayan, Arjuna dan Wilis sebagai penjerap logam berat Cr, Fe, Cd, Cu, Pb dan Mn.

Karbon aktif (bubuk atau butiran) memiliki efektivitas adsorpsi sangat baik dikarenakan Luas permukaan karbon aktif berkisar 3000-3500 mg/g⁻¹ dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif dapat menyerap gas-gas dan dapat mengurangi zat-zat dari liquida (Kirkand Othmer, 1992). Semakin luas permukaan pori-pori maka semakin tinggi daya serapnya. Daya serap arang aktif sangat besar yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Karbon aktif dapat dibuat dari tempurung kelapa (Suhartana, 2006; Budiono *et al.*, 2009; Verlina *et al.*, 2015), kulit biji kopi (Purnomo, 2010), tongkol jagung (Suhendra dan Gunawan, 2010), ampas penggilingan tebu (Suhendarwati *et al.*, 2013), sekam padi (Rahman *et al.*, 2012; Dargo *et al.*, 2014), serbuk gergaji (Pari *et al.*, 2000) kayu keras (Sudrajat, 1993), dan batu bara (Saragih, 2008),

Penelitian ini dilakukan proses adsorben campuran tanah andisol dan karbon aktif sehingga sebagai adsorben ion logam besi (Fe). Penelitian ini dirangkai sebagai latar belakang untuk memanfaatkan tanah andisol, karbon aktif sebagai bahan baku campuran proses filtrasi atau adsorpsi dalam meningkatkan kualitas air sumur di Kecamatan Srandakan, Kabupaten Bantul, Provinsi Yogyakarta.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2018 di Kecamatan Srandakan, Kabupaten Bantul, Provinsi Yogyakarta. Sampel air sumur diambil di sumur warga, pengujian logam

besi (Fe) di Laboratorium Rekayasa Jurusan Teknik Lingkungan Institut Sains & Teknologi Aprind Yogyakarta.

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat instrumen *Spectropotometer DR200 HACH*, Neraca Analitik Sartorius BP 110 (maks: 110 g; min: 0,001 g), stirer (*cole-parmer Instrument*), oven (*memmert*), furnace (*memmert*), lumpang dan mortar, dan seperangkat alat gelas (*Pyrex* dan *Duran*)

Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ferover Iron Reagent*, kertas saring (Whatman No.42), air sumur dari Kecamatan Srandakan, Kabupaten Bantul, Provinsi Yogyakarta, dop diameter 4 inchi, pipa PVC diameter 0,5 inchi, kran 0,5 inchi, dan bak equalisasi.

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan seperangkat alat adsorben tanah andisol berbentuk tabung yang didalamnya diberi serbuk karbon aktif. Tanah andisol yang digunakan berasal dari tanah yang berada di lereng Gunung Lawu. Komposisi adsorben yang digunakan adalah 50 % tanah andisol: 50 % karbon aktif (1:1) yang diulang sebanyak 3 (tiga) kali. Kemudian data dibandingkan dengan perlakuan air sumur baku (kontrol).

2.4. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Pengujian awal dilakukan pengukuran kandungan logam Besi (Fe) air sumur dilakukan dengan instrumen *Spectropotometer DR200 HACH*. Pengukuran dilakukan terhadap sampel sebelum dan sesudah dilakukan adsorpsi dengan menggunakan media tanah andisol 50 % karbon aktif 50 %. Setelah itu dilakukan penghitungan persentase terhadap kandungan logam besi (Fe) persentase dapat dihitung dengan menggunakan rumus 1.

$$\sum P\% = \frac{(A-B)}{A} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(rumus 1)}$$

Keterangan:

- P = Efisiensi (%)
- A = Kandungan awal larutan (mg.L⁻¹)
- B = Kandungan Akhir setelah adsorpsi (mg.L⁻¹)

Untuk mengetahui jumlah logam yang teradsorpsi, maka dapat dicari dengan menggunakan rumus kapasitas adsorpsi dengan rumus 2.

$$qe = \frac{v(Co - Ce)}{m} \dots\dots\dots \text{(rumus 2)}$$

Keterangan:

- qe = jumlah adsorbat terserap per massa padatan pada kesetimbangan (mg.L⁻¹)
- Co = konsentrasi awal larutan (mg.L⁻¹)
- Ce = konsentrasi larutan pada kesetimbangan (mg.L⁻¹)
- m = massa adsorben (g)
- v = volume larutan pada percobaan (L)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penurunan Kadar Logam Fe

Optimasi ini dilakukan pada kondisi dengan komposisi 50 % tanah andisol: 50 % karbon aktif (1:1). Hasil pengujian pengaruh komposisi dan penurunan kandungan logam ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penurunan kandungan logam besi dengan berbagai variasi adsorben

No.	Perlakuan	Pengulangan (mg.L ⁻¹)			Rata rata (mg.L ⁻¹)
		I	II	III	
1.	Air sumur baku (kontrol)	1,62	1,60	1,61	1,61
2.	50% tanah andisol: 50% karbonAktif (1:1) (Adsorben)	0,25	0,16	0,24	0,21

(Sumber: Data Primer, 2018)

Tabel 1 menunjukkan bahwa adsorben terhadap dengan komposisi 50 % tanah andisol: 50 % karbon aktif (1:1) mampu mengadsorbsi logam Fe dengan penurunan kandungan logam Fe dari 1,61 mg/L menjadi 0,21 mg/L .Hasil uji statistic perlakuan control dengan adsorben (1:1) disajikan padaTabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Statistik Perlakuan Kontrol Dengan Adsorben (1:1)

Uji	Keterangan	
	Nilai	Signifikansi
Normalitaskontrol (L)	1.000	1.000
Normalitasadsorben (1:1) (L)	.923	.463
Homogenitas (F)	2.286	.205
Ujibedarerata (T test)	101.500	.000

(Sumber: Data Primer, 2018)

Tabel 2 menunjukkan bahwa data terdistribusi normal (*sig.*>0,05) dan homogen(*sig.*>0,05). Kedua uji tersebut adalah uji prasyarat untuk melakukan uji beda rerata (T test). Hasil T test menunjukkan adanya perbedaan perlakuan antara control dengan perlakuan yang ditunjukkan oleh nilai signifikansi<0,05, sehingga perlakuan adsorben (1:1) berpotensi kuat dalam mengadsorbsi logam Fe di dalam air sumur.

3.2. Persentase Penurunan Kandungan Logam Besi (Fe)

Variasi adsorben dilakukan pada komposisi 50 % tanah andisol: 50 % karbon aktif (1:1). Kemudian dari variasi komposisi tersebut pengaruh adsorben tersebut terhadap Persentase logam besi (Fe) yang terserap adsorben (%). Persentase penurunan kadar logam besi (Fe) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Penurunan Kadar Logam Fe

No.	Perlakuan	Rerata (mg/L)	Penurunan Kadar (%)
1.	Kontrol	1,61	-
2.	Adsorben (1:1)	0,21	86,95

(Sumber: Data Primer, 2018)

Tabel 3 menunjukkan persentase kandungan logam besi (Fe) yang diserap adsorben (1:1) mencapai 86,95 %. Dari data tersebut menunjukan bahwa komposisi tersebut bahwa variasi komposisi adsorben (1:1) sangat efektif untuk menyerap (adsorbsi) logam besi (Fe) sehingga dapat digunakan sebagai aplikasi dalam pengolahan air minum.

3.3. Kapasitas Adsorpsi Logam Besi (Fe)

Variasi komposisi yang dilakukan pada tanah andisol dan karbon aktif ialah komposisi 50 % tanah andisol: 50 % karbon aktif (1:1). Variasi komposisi adsorben tersebut diselidiki pengaruhnya terhadap kapasitas adsorpsi dari masing masing komposisi tersebut. Perlakuan adsorben (1:1) menunjukkan kapasitas adsorpsi logam besi (Fe) sebesar 0,0028 mg/g. Perhitungan kapasitas adsorpsi dapat dilihat pada persamaan 2.

4. KESIMPULAN,

Kesimpulan dari penelitian ini adalah (1). media adsorben dengan komposisi 50 % tanah andisol: 50% karbon aktif (1:1) dapat menurunkan kandungan logam besi (Fe) air sumur dari 1,61 mg/L menjadi 0,21 mg/L, (2). persentase penurunan kandungan logam besi (Fe) dengan komposisi 50 % tanah andisol: 50% karbon aktif (1:1) sebesar 86,95%, dan (3). Kapasitas adsorpsi logam besi (Fe) dengan komposisi 50 % tanah andisol: 50% karbon aktif (1:1) sebesar 0.007 mg/g.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. (2004). *Kimia Lingkungan. Edisi 1*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Budiono, A., Suhartana, & Gunawan. (2009). Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam Fosfat untuk Adsorpsi Fenol. *Ejournal Universitas Diponegoro*, pp. 1-12.
- Dargo, H., N. Gabbiye, & A. Ayalew. (2014). Removal of Methylene Blue Dye from Textile Wastewater using Activated Carbon Prepared from Rice Husk. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, vol. 9, no. 2, pp. 317-325
- Febrina, L., & Ayuna, A. (2015). Studi penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air tanah menggunakan saringan keramik. *Jurnal Teknologi*, vol. 7, no. 1, s-ISSN: 2460-0288.
- Kirk, R.E. & D.F. Othmer. (1992). *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd Edition. Interscience Publishing Incorporated New York. Vol 12.
- Kusumastuti, I. (2014). *Pemanfaatan Alofan Aktif - Asam Humat Untuk Pembuatan Adsorben Terhadap Ion Logam Besi (Fe)*, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Pari, G., D.T. Widayati, & M. Yoshida. (2000). *Mutu Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu*. Ministry of Forestry, Bogor.
- Purnomo, E.S. (2010). *Pembuatan Arang Aktif dari Kulit Biji Kopi Kering*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Pranoto, Sugiyarto K. H., Suranto & Ashadi. (2013). Javanese Volcanic Allophane as Heavy Metal Adsorber to Improve the Quality of Drinking Water in Surakarta. *Journal of Environment and Earth Science*. Vol. 3, No.5, ISSN 2224-3216 (Paper), ISSN 2225-0948 (Online)
- Sembiring, M.T. & T.S. Sinaga. (2003). Arang Aktif Pengenalan dan Proses Pembuatannya. *Jurnal Kimia Digitized by USU digital library*. Medan. pp. 2-9.
- Siewe, J.M., Woumfo, E.D., Djomgoue, P., & Njopwouo, D. (2015). Activation of Clay Surface Sites of Bambouto's Andisol (Cameroon) with Phosphate Ions: Application For Copper fixation in Aqueous Solution, *Applied Clay Science* 114: 31-39.
- Sudrajat, R. (1993). *Karakteristik Kayu Sebagai Bahan Energi*. Diskusi Industri Perkayuan, Proceeding, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Suhartana. (2006). Pemanfaatan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Belor Kecamatan Ngarangan Kabupaten Grobogan. *Jurnal Berkala Fisika*. ISSN: 1410 – 9662. 9(3): 151-156.
- Suhendra, D., & E.R. Gunawan. (2010). Pembuatan Arang Aktif dari Batang Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat dan Penggunaannya pada Penjerapan Ion Tembaga (II). *Makara Sains*. 14(1): 22-26.
- Suhendarwati, L., B. Suharto, & L.D. Susanawati. (2013). Pengaruh Konsentrasi Larutan Kalium Hidroksida pada Abu Dasar Ampas Tebu Teraktivasi. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 1(1): 19-25.
- Saragih, S.A. (2008). *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara Riau sebagai Adsorben*. (Tesis). Fakultas Teknik UI. Jakarta.
- Saputro, A.H.A. (2014). *Uji Efektivitas Adsorpsi Lempung/Tanah Andisol Terhadap Ion Logam Tembaga (Cu) Serta Aplikasi Pada Limbah Kerajinan Logam Menggunakan Metode Kolom*, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

- Supardi, I. (2003). *Lingkungan Hidup dan Kelestariannya*. Bandung: PT. Alumni.
- Tan, K.H. (1982). *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Terjemahan : *Principles of Soil Chemistry*. University Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Verlina, W.O.V., A.W. Wahab, & Maming. (2015). *Potensi Arang Akif Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Emisi Gas CO, NO, dan NO pada Kendaraan Bermotor*. Jurusan Kimia FMIPA Unhas. Makasar
- Widjonarko, D.M., Pranoto, & Christina, Y.(2003). Pengaruh H₂SO₄ and NaOH terhadap Luas Permukaan and Keasaman Alofan, *Alchemy* 2 (2): 19-29.