ARANG AKTIF AMPAS TEBU SEBAGAI MEDIA ADSORPSI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS AIR SUMUR GALI

Indah Nurhayati¹⁾, Joko Sutrisno²⁾, Pungut³⁾, dan Budi Prijo Sembodo⁴⁾

^{1), 2) & 3)} Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

⁴⁾ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri

Universitas PGRI Adi Buana (UNIPA) Surabaya

Email : indahtekling@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini tentang pemanfaatan karbon aktif ampas tebu sebagai media adsorpsi untuk menurunkan kandungan zat besi dan kesadahan pada air sumur gali. Tujuan penelitian untuk menentukan suhu karbonasi dan konsentrasi CaCO_3 yang paling optimum untuk pembuatan karbon aktif serta mengkaji efektifitasnya dalam menurunkan kadar logam Fe dan kesadahan. Penelitian ini terdiri atas dua tahap, tahap pertama menentukan kondisi optimum karbon aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995 yang didasarkan pada suhu karbonasi dan konsentrasi CaCO_3 , tahap kedua penggunaan karbon aktif dalam penyerapan logam Fe dan kesadahan berdasarkan ketinggian media. Pengukuran kadar Fe^{3+} menggunakan spektrofotometer, sedangkan pengukuran kesadahan dengan menggunakan titrimetri EDTA. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi CaCO_3 $5,5 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ dan suhu karbonasi 350°C paling optimum untuk menghasilkan karbon aktif paling sesuai SNI 06-3730-1995. Serapan optimum pada waktu operasi 2 jam pada media karbon aktif ampas tebu dengan tinggi 60 cm dapat menurunkan Fe sebesar 88% dan kesadahan 60%.

Kata Kunci : Adsorpsi, Ampas Tebu, Besi, Karbon Aktif, Kesadahan.

Abstract

This study on the use of activated carbon from bagasse as an adsorption medium to enhance iron content and hardness in dug wells. The aim of research to determine the most optimum of the carbonation temperature and concentration CaCO_3 of to produce activated carbon and their effectiveness to adsorb the Fe and hardness and in water treatment dug wells. This study consisted of two stages, the first stage of determining the optimum conditions base on SNI 06-3730-1995 there was temperature, concentration of CaCO_3 . The second stage of the use of activated carbon in to enhance concentration of Fe and hardness by adsorption based on height media activated carbon. Measurements of Fe using a spectrophotometer, hardness using titrimetri EDTA. The research result is a concentration of CaCO_3 $5,5 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ and a temperature of 350°C most optimum carbonation base on SNI 06-3730-1995. In 2 hours operating time and media height of 60 cm optimum adsorption the Fe content can be lowered by 88% and hardness by 60%.

Keywords: Adsorption, Bagasse, Iron, Activated Carbon, Hardness.

PENDAHULUAN

Air tanah merupakan sumber air yang banyak digunakan dalam aktivitas domestik terutama sebagai air bersih. Perembesan air tanah melewati bebatuan mineral ketika merembes pada lapisan kulit bumi sehingga banyak ion logam yang terbawa. Air sumur adalah air tanah yang sebagian besar kurang layak digunakan tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu karena mengandung logam Besi (Fe), Mangan (Mn), Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg).

Kandungan Fe dan Mn dalam tubuh manusia dibatasi, logam ini bersifat akumulatif terutama pada organ penyaringan sehingga dapat mengganggu fungsi fisiologis, disamping itu logam Fe dan Mn dapat menimbulkan bau yang kurang sedap, menyebabkan warna kuning pada dinding bak penampung air bersih/kamar mandi serta menyebabkan bercak-bercak kuning pada pakaian.

Kandungan logam Ca dan Mg dalam air tanah mengubah sifatnya menjadi sadah. Air sadah kurang baik digunakan untuk kegiatan yang menggunakan sabun, karena logam Ca dan Mg bereaksi lebih dahulu dengan logam Na dalam sabun, sehingga terbentuklah senyawa-senyawa kalsium dan magnesium relative lebih sukar larut dalam air sehingga berakibat proses pencucian tidak berlangsung secara optimal.

Kualitas air bersih diatur dalam PERMENKES No.416/Menkes/Per/IX/1990 tentang standart kualitas air bersih, syarat untuk kandungan parameter logam Fe tidak boleh melebihi dari 1,0 mg/l, sedangkan Mn $\leq$ 0,5 mg/l dan untuk kesadahan adalah $\leq$ 500 mg/l. Metode yang umum digunakan untuk menurunkan kandungan Fe dan Mn dengan cara oksidasi yakni dilakukan kontak dengan udara sehingga logam mengendap dalam bentuk $\text{Fe}(\text{OH})_2$ dan $\text{Mn}(\text{OH})_2$, sedangkan metode lain yang digunakan dengan adsorpsi. Adsorpsi dapat digunakan untuk menurunkan kandungan logam dalam badan air.

Ampas tebu mampu menyerap ion Pb dan Cu sampai di atas 90% (Indah dan Joko :2013), logam-logam itu dalam sistem periodik unsur termasuk unsur logam golongan B sama dengan Fe dan Mn. Unsur-unsur pada golongan yang sama memiliki sifat fisika maupun kimia yang hampir sama dengan demikian dapat diperkirakan bahwa Fe

dan Mn mampu diserap oleh ampas tebu seperti Pb dan Cu. Arang aktif dari ampas tebu yang diaktivasi dengan H_3PO_4 10% dapat digunakan sebagai adsorben pada pemurnian minyak goreng bekas, dengan mengikat asam lemak bebas sebesar 49,7%. Arang ampas tebu yang diaktifasi menggunakan HCl 0,1 M dapat menghasilkan arang aktif yang memenuhi SNI 06-3730-1995 (Asbahani, 2013).

Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon yang telah diproses dengan cara diaktivasikan sehingga memiliki pori dengan luas permukaan yang sangat besar sehingga mampu meningkatkan daya adsorpsinya. Karbon aktif merupakan material yang memiliki diameter pori dengan ukuran skala molekul (nanometer) yang memiliki gaya *Van der Waals* yang kuat (Arfan, 2006). Karbon aktif (activated carbon) merupakan adsorben yang banyak digunakan pada pengolahan air, maupun pengolahan air limbah karena memiliki kemampuan untuk menyerap senyawa organik dan anorganik.

Ampas tebu merupakan salah satu bahan yang cukup potensial dikembangkan sebagai karbon aktif karena ketersediaannya yang melimpah dan nilai ekonominya belum tinggi. Ampas tebu dapat diperoleh dari industri yang menggunakan tebu sebagai bahan baku yakni: pabrik pabrik gula yang tersebar di Pulau Jawa maupun di luar Pulau Jawa, usaha kecil berupa pembuatan gula merah disamping itu sekarang tumbuh usaha mikro yang berbahan baku tebu misalnya minuman es tebu.

Pada saat ini pemanfaatan ampas tebu sebagian besar digunakan sebagai bahan bakar tambahan pada boiler, media tanam, bahan tambahan pupuk dan yang tidak termanfaatkan dibuang tanpa mengalami pengolahan sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan yang pada akhirnya menyebabkan lingkungan menjadi tidak sehat serta berkurang nilai estetikanya. Berdasarkan paparan tersebut diperlukan solusi untuk menangani masalah ampas tebu dengan memanfaatkan ampas tebu dibuat menjadi karbon aktif, sehingga dapat mempunyai nilai tambah dan meningkatkan daya dukung lingkungan.

Karbon aktif berupa karbon amorf terdiri dari karbon bebas serta

mempunyai kemampuan daya serap yang baik yang dapat digunakan sebagai bahan pemucat (penghilang zat warna), penyerap gas, penyerap logam, bahan organik maupun non organik yang dikenal dengan istilah adsorben (Rahayu, 2004 dalam Asbahani, 2013).

Bahan baku untuk pembuatan arang aktif dapat berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon. Bahan baku tersebut antara lain tulang, sekam padi, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, cangkang kelapa sawit, cangkang kopi, cangkang kemiri,

ampas tebu, kulit durian, serbuk gergaji, kayu keras, kayu campuran, kayu lunak, kayu jati, kayu karet dan sebagainya (Siringgo- Ringgo, 2013). Pembuatan karbon aktif berlangsung tiga tahap yaitu proses dehidrasi, proses karbonisasi dan proses aktivasi. Sedangkan pemilihan bahan baku untuk pembuatan karbon aktif ditentukan berdasarkan besarnya kandungan karbon pada bahan.

Di Indonesia telah membuat standar mutu karbon aktif menurut BSN (Badan Standarisasi Nasional) yakni SNI 06-3730-1995, seperti pada tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Standar Kualitas Karbon Aktif (BSN :SNI 06-3730-1995)

Uraian	Prasyarat kualitas(%)	
	Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 ⁰ C	Maks. 15	Maks. 25
Konsentrasi air	Maks. 4,5	Maks. 15
Konsentras iabu	Maks. 2,5	Maks. 10
Karbonaktif murni	Min.80	Min.65
Daya serap terhadap Larutan I ₂	Min.20	Min.20

Proses Pembuatan Karbon Aktif

Secara garis besar ada 3 tahap pembuatan karbon aktif, yaitu:

a. Proses Dehidrasi

Proses dehidrasi adalah proses penghilangan air pada bahan baku melalui reaksi kimia.

b. Proses karbonasi

Proses karbonasi adalah proses pembakaran bahan baku dengan menggunakan udara terbatas dengan temperature udara antara 300 °C sampai 900 °C. Proses ini menyebabkan penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk metanol, uap asam asetat, tar dan hidrokarbon. Material padat yang tertinggal setelah proses karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan permukaan spesifik yang sempit.

c. ProsesAktivasi

Prosesaktivasi dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu:

1. Proses Aktivasi Termal

Proses aktivasi termal umumnya melibatkan gas pengoksidasi seperti oksida oleh udara pada temperatur

rendah, uap CO₂ atau aliran gas pada temperatur tinggi.

2. Proses Aktivasi Kimia

Proses aktivasi kimia merujuk pada pelibatan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktif. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pengaktif diantaranya CaCl₂, CaCO₃, NaCl, MgCl₂, HCl, H₃PO₄, ZnCl, HNO₃

Karbon aktif dari Ampas Tebu

Ampas tebu (*Bagasse*) adalah bahan sisa berserat dari batang tebu yang telah mengalami ekstraksi nira dan tidak tahan disimpan karena mudah terserang jamur. Ampas tebu kebanyakan digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energy/panas sebagai bahan bakar ketel uap (Boiler) pada pabrik gula. Menurut Badan peneliti dan pengembangan PT Gula Putih Mataram tahun 2002, ampas tebu mengandung bahan organik sekitar 90%, unsur hara N (0,3%), P₂O₅ (0,02%).

Ampas tebu dapat digunakan sebagai adsorben, seperti yang dikemukakan oleh Indah (2013) efisiensi penyerapan logam Cu dengan adsorben ampas tebu pada pH 6,51 sebesar 94,3%. Pada laju aliran 20 ml/menit

ampas tebu dapat menyerap logam berat Pb sebesar 294 ppm dengan efisiensi 90 %.

Suhendarwati, dkk. Menyatakan bahwa arang aktif ampas tebu dengan aktivasi menggunakan KOH 5M, diperoleh arang aktif yang mendekati standart arang aktif. Hasil penelitian (Sudibandriyo, 2011) menunjukkan bahwa luas permukaan arang aktif ampas tebu tertinggi sebesar 938,2 m²/g diperoleh dengan diperoleh dengan cara aktivasi menggunakan KOH dengan rasio massa aktivator/massa arang 3/1 dan karbonisasi dengan suhu 400°C.

Surest, Azhary H.dkk. menyatakan pembuatan arang aktif ampas tebu dengan variabel jenis zat aktivator (HCl, NaOH, dan CaCl₂), lamanya waktu aktivasi (24 jam, 22 jam, 20 jam), dan suhu karbonisasi (300°C, 400°C dan 500°C). Karbon aktif terbaik diperoleh dari pada suhu karbonisasi 500°C, dengan menggunakan aktivator HCl, lama aktivasi 24 jam

Besi dan Kesadahan Dalam Air

Kesadahan dinyatakan dalam mg/l sebagai CaCO₃ (kalsium karbonat) karena pada umumnya kesadahan ini dievaluasi pada kondisi konsentrasi ion kalsium (Ca²⁺) dan magnesium (Mg²⁺) yang merupakan ion utama penyebab kesadahan diturunkan dengan cara diendapkan dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO₃). Kesadahan total dapat didefinisikan sebagai jumlah kesadahan kalsium dan kesadahan magnesium.

Air sadah dapat menyebabkan kerugian berupa gangguan dan atau kerusakan baik teknis maupun terhadap kesehatan manusia. Kesadahan air dapat menurunkan efisiensi dari penggunaan sabun. menyebabkan noda pada bahan pecah belah dan bahan flat, menyebabkan bahan linen berubah pucat, menyumbat semburan pembilas dan saluran air, Residu kesadahan Air dapat melapisi elemen pemanas dan menurunkan efisiensi panas dan dapat menciptakan buih logam pada kamar mandi *shower* dan *bathtubs*.

Beberapa studi mengindikasikan hubungan antara konsentrasi kesadahan terutama kalsium dan magnesium dengan penyakit kardiovaskuler. Mandi dengan sabun pada air sadah akan meninggalkan lapisan dadih sabun yang lengket pada lapisan kulit. Lapisan ini dapat menghalangi pembersihan terhadap tanah dan bakteri. Dadih sabun

mencampuri kulit kembali sampai normal, kondisi asam rendah dan dapat menjadi iritasi. Mencuci rambut dengan air sadah dapat mengeraskan permukaan rambut karena tertutup oleh dadih yang membuat rambut rapuh, mudah kotor, sulit diatur, dan tidak berkilau sehingga diperlukan sampo berlebih. Pencucian dengan air lunak membuat bersih sepenuhnya, lembut, terlihat alami dan mudah diatur.

Unsur besi dalam air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh merupakan unsur penting dan berguna untuk metabolisme tubuh diperlukan besin 7-35 mg/hari oleh tubuh. Zat besi dalam jumlah kecil dibutuhkan oleh tubuh untuk pembentukan sel-sel darah merah yang dapat diperoleh tidak hanya dari, tetapi dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Debu Fe juga dapat diakumulasi di dalam alveoli dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru.

Konsentrasi besi yang tinggi dapat dirasakan dan dapat menodai kain dan perkakas dapur. Besi adalah elemen kimiawi yang dapat ditemukan hamper di setiaptempat di bumi pada semua lapisan geologis dan badan air. Besi dalam air dapat berbentuk Fe(II) dan Fe(III) terlarut. Fe(II) terlarut dapat bergabung dengan zat organik membentuk suatu senyawa kompleks (Asbahani, 2013).

Konsentrasi besi lebih besar dari 0,3 mg/l dapat menimbulkan warna kuning pada air,memberi rasa tidak enak, pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi, menyebabkan kekeruhan pada air (Asbahani, 2013).

Kadar besi dapat dikurangi/dihilangkan secara fisika, kimia, biologi maupun kombinasi dari metode tersebut. Metode fisika dapat dilakukan dengan cara adsorpsi, aerasi, presipitasi, elektrolitik, pertukaran ion(*ionexchange*), adsorbs dan sebagainya. Metode kimia dapat dilakukan dengan pembubuhan senyawa khlor, permanganat, kapur-soda, ozon, poliphosphat, koagulan, flokulan dll. Metode biologi dapat dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme akteri besi yang mampu mengoksidasi senyawa besi dan mangan(Asbahani 2013).

METODE

Populasi dalam penelitian ini adalah air sumur gali yang mengandung logam berat Fe^{2+} dan kesadahan di atas baku mutu air bersih sesuai dengan PERMENKES No.416/MEN.KES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air. Sebagai sampel adalah sampel buatan yakni larutan FeSO_4 , dan CaCO_3 dengan kadar Fe 4,24 ppm dan kesadahan 1428 mg/L.

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian adalah suhu karbonasi pembuatan arang aktif dari ampas tebu, yaitu suhu 300°C , 350°C , 400°C , 450°C dan 500°C , konsentrasi CaCO_3 yang digunakan untuk aktivasi arang ampas tebu, yaitu $5,5 \cdot 10^{-5}\text{M}$ dan $2,75 \cdot 10^{-5}\text{M}$ dan ketinggian media adsorpsi ampas tebu yakni 30cm dan 60 cm, sedangkan variabel terikat kualitas karbon aktif sesuai dengan SNI dengan SNI 06-3730-1995 untuk pembuatan karbon aktif dan konsentrasi ion logam Fe dan kesadahan total untuk adsorpsi.

Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan arang aktif ampas tebu
  - a. Mengeringkan ampas tebu dengan matahari langsung hingga kadar air yang dikandung rendah (kering). Kemudian ampas tebu dipotong-potong dengan ukuran 5 mm.
  - b. Pada proses karbonasi ampas tebu dilakukan dengan cara membakar ampas tebu dalam *furnace tubular* selama 30 menit pada suhu yang divariasikan (300°C , 350°C , 400°C , 450°C , 500°C .)
  - c. Proses aktivasi kimia dilakukan dengan menggunakan larutan CaCO_3 dengan konsentrasi $5,5 \cdot 10^{-5}\text{M}$ dan $2,75 \cdot 10^{-5}\text{M}$.
  - d. Proses aktivasi ini dilakukan dengan cara mengaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 4 jam pada suhu dijaga 80°C . Setelah itu didiamkan selama 24 jam.
  - e. Menyaring arang ampas tebu dengan kertas saring, dan mencuci dengan aquades hingga pH 7. Sampel

dikeringkan dalam oven dari suhu kamar sampai suhu 150°C selama 2 jam.

- f. Menganalisis kualitas karbon aktif ampas tebu untuk kualitas air sumur gali.

- 1) Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C

Karbon aktif dipanaskan sampai suhu 950°C dalam furnace. Setelah suhu tercapai, karbon dibiarkan dingin dalam furnace dalam kondisi tidak berhubungan dengan udara luar. Setelah dingin dimasukkan kedalam desikator dan ditimbang. Untuk menghitung bagian yang hilang pada pemanasan 950°C menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Volatile matter} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

a = berat karbon aktif mula-mula (gram)

b = berat karbon akhir

- 2) Kadar air

Karbon aktif ditimbang seberat 1 gram dan dimasukkan ke dalam kurs porselin yang telah dikeringkan, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 115°C selama 3 jam, selanjutnya sampel karbonaktif didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Volatile matter} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

a=berat karbon aktif mula- mula (gram)

b = berat karbon aktif setelah dikeringkan (gram)

- 3) Kadar abu

Karbonaktif ditimbang seberat 1 gram dimasukkan kedalam kurs porselin yang telah diketahui beratnya. Lalu diabukan dalam furnace secara perlahan setelah semua karbon hilang. Nyala diperbesar pada suhu 800°C selama 2 jam. Bila seluruh karbon telah menjadi abu, dinginkan dalam desikator lalu ditimbang hingga diperoleh bobot tetapnya. Untuk menghitung konsentrasi abu menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

4) Daya serap terhadap I₂

- a) Karbon aktif ditimbang sebanyak 0,5 gram dan dicampurkan dengan 50 ml larutan Iodium 0,1 N, kemudian dikocok dengan alat pengocok selama 15 menit.
  - b) Setelah itu sampel disentrifuge sampai karbonnya turun.
  - c) Kemudian diambil 10 ml larutan sampel dan dititrasi dengan larutan Natrium Tiosulfat 0,1 N.
  - d) Jika warna kuning pada larutan mulai samar, kedalam larutan tersebut ditambahkan larutan amilum 1% sebagai indikator sehingga berwarna biru tua.
  - e) Larutan dititrasi kembali sampai warna biru tua berubah menjadi warna bening.
  - f) Menghitung daya serap I₂ dengan rumus sebagai berikut.
- $$I_2 \text{ (mg/g)} = \frac{\left(10 - \frac{V \times N}{0,1}\right) \times 12,69 \times 5}{W}$$
- V = volume natrium thio sulfat
 N = normalitas natrium thiosulfat
 12,69 = jml I₂ sesuai dengan 1 ml natrium thiosulfat
 W= berat sampel

2. Karbon aktif dengan kualitas terbaik digunakan sebagai media adsorpsi untuk menurunkan Fe dan kesadahan.

Adsorpsi dengan adsorben arang aktif ampas tebu

- a. Menyusun media adsorpsi yang terdiri dari pasir, arang aktif ampas tebu dan kerikil
- b. Mengisi kolom adsorpsi dengan air suling terlebih dahulu untuk membasahi media penyerap.
- c. Sampel air buatan dimasukkan ke dalam bak penampung tandon.
- d. Dengan menggunakan pompa air dari tandon dialirkan ke bak pengatur debit.
- e. Mengukur debit sampai diperoleh debit konstan
- f. Air yang keluar dari output kolom diukur konsentrasi logamnya dan kesadahan.
- g. Pengambilan sampel dilakukan setiap 15 menit dengan operasi adsorpsi selama 2 jam

Metode Analisis Data

Data pengukuran parameter karbon aktif didasarkan/dibandingkan dengan Standar Kualitas Karbon Aktif SNI 06-3730-1995) jumlah parameter yang memenuhi syarat dijadikan acuan dalam menentukan kualitas karbon aktif. Data hasil penelitian berdasarkan ketinggian adsorben berupa parameter besi dan kesadahan dilakukan analisis secara deskriptif disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Suhu Karbonasi dan Konsentrasi CaCO₃ terhadap Kualitas Arang Aktif

Kualitas arang aktif yang dihasilkan dari ampas tebu dengan aktivasi larutan CaCO₃ dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kualitas Carbon Aktif Ampas Tebu

SUHU KARBONASI	KUALITAS ARANG	CaCO ₃ (5,5. 10 ⁻⁵ M)		CaCO ₃ (2,75. 10 ⁻⁵ M)	
		Ket		Ket	
300 ⁰ C	Bagian yang hilang pada pemanasan 950 ⁰ C (%)	97	TM	97	TM
	Kadar abu (%)	86	TM	91	TM
	Kadar air (%)	4	M	5	M
	Daya serap I ₂ (mg/g)	380	M	279	M
350 ⁰ C	Bagian yang hilang pada pemanasan 950 ⁰ C (%)	94	TM	99	TM
	Kadar abu (%)	71	TM	80	TM
	Kadar air (%)	5	M	5	M
	Daya serap I ₂ (mg/g)	432	M	380	M
400 ⁰ C	Bagian yang hilang pada pemanasan 950 ⁰ C (%)	92	TM	96	TM
	Kadar abu (%)	66	TM	75	TM
	Kadar air (%)	5	M	5	M
	Daya serap I ₂ (mg/g)	368	M	253	M
450 ⁰ C	Bagian yang hilang pada pemanasan 950 ⁰ C (%)	93	TM	99	TM
	Kadar abu (%)	67	TM	73	TM
	Kadar air (%)	5	M	6	M
	Daya serap I ₂ (mg/g)	298	M	253	M
500 ⁰ C	Bagian yang hilang pada pemanasan 950 ⁰ C (%)	98	TM	98	TM
	Kadar abu (%)	50	TM	69	TM
	Kadar air (%)	5	M	6	M
	Daya serap I ₂ (mg/g)	285	M	247	M

Keterangan :

M : Memenuhi SNI 06-3730-1995; TM : Tidak memenuhi SNI 06-3730-1995

Uji Kualitas daya serap terhadap I₂

Uji kualitas daya serap terhadap iodin bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi dalam mengadsorpsi larutan yang berbau. Daya serap karbon aktif terhadap iodida adalah jumlah miligram iodin yang diadsorpsi oleh satu gram karbon aktif. Pengaruh suhu karbonasi dan konsentrasi CaCO₃ terhadap daya serap I₂ dapat dilihat pada gambar 1.

Gambar 1. Konsentrasi CaCO₃ Terhadap Daya Serap I₂

Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa suhu karbonasi terhadap ampas tebu berpengaruh terhadap daya serap I₂. Pada suhu 350⁰C dihasilkan karbon aktif yang mempunyai daya serap paling tinggi, hal ini disebabkan pada karena pada suhu dibawah 350⁰C ampas tebu belum mengalami karbonasi sempurna dan pada suhu karbonasi diatas 350⁰C daya serap I₂ semakin menurun dikarenakan pada suhu tinggi carbon terbakar menjadi abu.

Konsentrasi CaCO₃ juga berpengaruh terhadap daya serap I₂, semakin tinggi konsentrasi CaCO₃ semakin tinggi daya serap I₂, hal ini dikarenakan penambahan konsentrasi senyawa pengaktivasi akan memudahkan senyawa-senyawa tar diikat keluar melewati pori-pori karbonaktif sehingga permukaan karbonaktif semakin lebar atau luas sehingga semakin besar pula daya serap karbonaktif tersebut.

Dengan adanya zat pengaktivasi berfungsi sebagai reagen pengaktif dan zat ini

akan mengaktifkan atom-atom karbon sehingga daya serapnya menjadi lebih baik. Zat aktivator bersifat mengikat air yang menyebabkan air yang terikat kuat pada pori-pori karbon yang tidak hilang pada saat karbonisasi menjadi lepas. Selanjutnya zat aktivator tersebut akan memasuki pori dan membuka permukaan arang yang tertutup. Dengan demikian pada saat dilakukan pemanasan, senyawa pengotor yang berada dalam pori menjadi lebih mudah terserap sehingga luas permukaan karbon aktif semakin besar dan meningkatkan daya serapnya.

Sesuai dengan standart kualitas karbon aktif sesuai SNI 06-3730-1995 daya serap I_2 adalah minimal 20 mg/g, dengan demikian karbon aktif ampas tebu dengan suhu karbonasi 350 – 500°C dan aktivasi selama 4 jam dengan suhu 80°C dihasilkan karbon aktif yang memenuhi kualitas sesuai SNI 06-3730-1995 untuk parameter daya serap I_2 .

Kadar Air Karbon Aktif

SNI 06-3730-1995 mensyaratkan kadar abu untuk karbon aktif serbuk maksimal 15%. Karbon aktif ampas tebu dengan suhu karbonasi 350 – 500°C dan aktivasi selama 4 jam dengan suhu 80°C dihasilkan karbon aktif yang memenuhi kualitas kadar air. Kadar air yang tinggi berpengaruh terhadap daya serap adsorben.

Pengaruh suhu karbonasi dan konsentrasi CaCO_3 terhadap kadar air dari karbon aktif ampas tebu dapat dilihat pada gambar 2. Dari gambar 2 menunjukkan bahwa suhu karbonasi dan konsentrasi CaCO_3 tidak berpengaruh terhadap kadar air.

Gambar 2. Pengaruh Suhu Karbonasi dan Konsentrasi CaCO_3 Kadar Air

Kadar Abu Karbon Aktif

Kadar abu merupakan sisa mineral yang tertinggal setelah pembakaran pada suhu 500-800°C. Karbon aktif ampas tebu dengan

suhu karbonasi antara 300 -500°C dan aktivasi menggunakan CaCO_3 kadar abunya antara 50 % - 91%. Sesuai dengan SNI06-3730-1995 karbon aktif minimal kadar abunya 10%. Dengan demikian Karbon aktif ampas tebu dengan suhu karbonasi antara 300 – 500°C dan aktivasi menggunakan CaCO_3 belum memenuhi standar mutu karbonaktif SNI06-3730-1995. Hasil karbon aktif yang belum memenuhi standar tersebut kemungkinan disebabkan kurang lama dan kurang tinggi suhu proses aktifasinya sehingga pori-pori belum mengembang dan belum dapat terbuka sempurna. Selain itu dapat juga dipengaruhi oleh kandungan karbon yang dimiliki ampas tebu rendah, sehingga sedikit karbon yang berhasil teraktivasi, serta adanya pengotor lain yang menyebabkan terbentuknya karbonaktif menjadi terhambat.

Dari gambar 3 terlihat bahwa suhu karbonasi dan konsentrasi CaCO_3 berpengaruh terhadap kadar abu karbon aktif. Semakin tinggi konsentrasi semakin rendah kadar abunya dan semakin tinggi suhu karbonasi juga semakin rendah kadar abunya.

Gambar 3. Pengaruh Suhu Karbonasi dan Konsentrasi CaCO_3 Kadar Abu

Bagian Yang Hilang Pada Pemanasan 950°C

Uji bagian yang hilang pada pemanasan 950°C bertujuan untuk melihat seberapa besar bagian yang hilang dari karbon aktif apabila dilakukan pemanasan hingga 950°C. Sesuai dengan SNI 06-3730-1995 karbon aktif minimal kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950°C maksimal 25 %. Karbon aktif ampas tebu dengan suhu karbonasi antara 300 - 500°C dan aktivasi menggunakan CaCO_3 memiliki kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950°C antara 92% - 99%. Secara keseluruhan karbon aktif yang dihasilkan belum memenuhi standar karbon aktif sesuai SNI 06-3730-1995. Hal ini kemungkinan disebabkan tidak sempurnanya penguraian senyawa

nonkarbon seperti CO_2 , CO dan H_2 .

Pengaruh suhu karbonasi dan konsentrasi CaCO_3 terhadap kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950°C karbon aktif ampas tebu dapat dilihat pada gambar 4.

Gambar 4. Pengaruh Suhu Karbonasi dan Konsentrasi CaCO_3 Terhadap Kadar Bagian Yang Hilang Pada Pemanasan 950°C

Suhu karbonasi dan konsentrasi CaCO_3 berpengaruh terhadap kualitas karbon aktif untuk parameter bagian yang hilang pada pemanasan 950°C . Semakin pekat konsentrasi zat aktivator semakin kecil kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950°C . Dari suhu karbonasi antara $300 - 500^\circ\text{C}$ didapatkan kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950°C paling kecil pada suhu karbonasi 400°C .

Pembuatan karbon aktif ampas tebu berdasarkan variasi suhu karbonasi dan konsentrasi CaCO_3 sebagai bahan aktivasinya didapatkan karbon aktif yang paling baik sesuai SNI06-3730-1995 adalah karbon aktif pada suhu karbonasi 350°C dan diaktivasi menggunakan CaCO_3 dengan konsentrasi $5,5 \cdot 10^{-5}\text{M}$.

Pengaruh Ketinggian Karbon Aktif Terhadap Penurunan Fe dan Kesadahan

Hasil analisis kadar Fe dan kesadahan dalam sampel air bersih setelah diadsorpsi menggunakan media pasir, karbon aktif dan kerikil disajikan dalam gambar 5 dan 6.

Pengaruh ketinggian karbon aktif terhadap penurunan Fe dan kesadahan dapat dilihat pada gambar 5 dan 6.

Gambar 5. Pengaruh Tinggi Media Terhadap Efisiensi Penurunan Fe

Gambar 6. Pengaruh Tinggi Media Terhadap Efisiensi Penurunan Kesadahan

Dari gambar 5 dan 6 terlihat bahwa tinggi media karbon aktif dalam proses adsorpsi berpengaruh terhadap efisiensi penurunan Fe dan kesadahan. Semakin tinggi media karbon aktif semakin tinggi efisiensi penurunan Fe dan kesadahan. Hal ini terjadi karena dengan semakin tinggi media berarti semakin bertambah jumlah karbon aktif ampas tebu dan menyebabkan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan material karbon ampas tebu, sehingga semakin bertambah besarnya daya serap terhadap Fe dan kesadahan.

Dalam waktu operasi adsorpsi selama 2 jam efisiensi penurunan Fe dan kesadahan masih mengalami kenaikan, hal ini menunjukkan media karbon aktif belum mengalami kejenuhan. Efisiensi penurunan Fe lebih tinggi daripada efisiensi penurunan kesadahan, keadaan ini disebabkan Fe merupakan logam amfoter sehingga dapat terikat dalam keadaan asam ataupun basa, selain itu disebabkan Fe juga dapat berikatan kovalen koordinasi. Kesadahan dalam air diidentikan dengan kadar Ca. Rendahnya penurunan Ca kemungkinan disebabkan karena proses aktivasi karbon ampas tebu ini menggunakan CaCO_3 sehingga

dalam proses adsorpsi karbon aktif kurang kuat mengikat Ca, kemungkinan ada Ca yang terlepas pada saat adsorpsi.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi CaCO_3 $5,5 \cdot 10^{-5} \text{M}$ adalah konsentrasi yang paling baik untuk menghasilkan karbon aktif ampas tebu dengan kualitas sesuai dengan SNI 06-3730-1995 terutama untuk parameter daya serap I_2 dan kadar air
2. Suhu karbonasi ampas tebu 350°C adalah suhu yang paling baik untuk menghasilkan karbon aktif dari ampas tebu dengan kualitas sesuai dengan SNI 06-3730-

1995 terutama untuk parameter daya serap I_2 dan kadar air

3. Selama waktu operasi 2 jam media karbon aktif ampas tebu dengan tinggi 60 cm dapat menurunkan Fe sebesar 88% dan kesadahan 60%.
4. Ketinggian media karbon aktif ampas tebu berpengaruh terhadap efisiensi penurunan Fe dan kesadahan.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM) Universitas PGRI Adi Buana (UNIPA) Surabaya yang telah membiayai penelitian ini melalui hibah Adi Buana.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfan Y. 2006. Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Batubara Dengan Perlakuan Aktivasi Terkontrol Serta Uji Kinerjanya. Depok: Departemen Teknik Kimia Ft-Ui.
- Asbahani . 2013. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kadar Besi Pada Air Sumur. *Jurnal Teknik Sipil Untan / Volume 13 Nomor 1 – Juni 2013*.
- Benny Syahputra, Hermin Poedjiastoeti, 2012. *Penurunan Fe Pada Air Sumur Secara Pneumatic System*, <http://www.journal.unissula.ac.id/home/vol14/no> (15 Juni 2013)
- Depkes Ri, 1992. *Undang-Undang No.23 Th.1992 Tentang Kesehatan*, Jakarta.
- Depkesri, 1990. *Peraturan Menkes Ri No.416/Menkes/Per/Ix/1992 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air*, Jakarta.
- Ditjen Ppm Dan Plp, 1998. *Pedoman Penyehatan Air*, Depkes Ri, Jakarta.
- Erlani, 2011. *Variasi Luas Wilayah Cascade Terhadap Penurunan Kadar Fe (Besi) Air*, <http://www.sanitasi-keslingmks-biogspot.com>. (10 Juni 2013)
- Fariyah T. Dkk. 2013. Pengaruh Ukuran Arang Akti Ampas Tebu Sebagai Biomaterial *Pretreatment* Terhadap Karakteristik *Biodiesel* Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 2*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Hermana, J, Voijant B, Dan Samodra M.A (2001). *Laboratorium Lingkungan*, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS Surabaya.
- Indah, N Dan Joko, S. 2013. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Penyerap Logam Berat Cu. *Program Studi Teknik Lingkungan, FTSP Unipa, Surabaya*.
- Margono, 2010. *Kridha Nirmala*, POLTEKES Kemenkes Surabaya.
- Notoatmodjo, S, 1993. *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Rineka Cipta, Jakarta
- Sanropie, Djoko Dan Mardjono, 1984. *Penyediaan Air Bersih*, Depkes Ri, Jakarta..
- Siringo-Ringo, Berliana, Dkk. 2013. Arang Aktif. : <http://www.sharemyeyes.com/2013/06/arang-aktif.html> Diakses 5 Mei 2014.
- Suhendarwati, Et, All . Pengaruh Konsentrasi Larutan Kalium Hidroksida Pada Abu Dasar Ampas Tebu Teraktivasi. *Jurnal Sumberdaya Alam & Lingkungan*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya
- Sudibandriyo, M, Dkk. 2011. Karakteristik Luas Permukaan Karbon Aktif Dari Ampas Tebu Dengan Aktivasi Kimia. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia Vol. 10, No. 3, 2011, 149-156*. UI Depok
- Surest, Azhary H. Dkk. Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Biji Ketapang.