

PENGARUH KONSENTRASI DAN WAKTU AKTIVASI TERHADAP KARAKTERISTIK KARBON AKTIF AMPAS TEBU DAN FUNGSINYA SEBAGAI ADSORBEN PADA LIMBAH CAIR LABORATORIUM

¹⁾Indah Nurhayati, ²⁾Joko Sutrisno, ³⁾Mochamad Sofyan Zainudin
^{1,2,3} Teknik Lingkungan, FTSP UNIPA Surabaya
Email : Indahtekling@yahoo.Com

Abstrak

Ampas tebu berpotensi sebagai bahan baku karbon aktif karena mempunyai kadar karbon yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh konsentrasi natrium klorida, dan waktu aktivasi terhadap kualitas karbon aktif ampas tebu dan mengkaji efektifitas karbon aktif ampas tebu sebagai adsorben perak, krom, dan *total dissolved solid* air limbah laboratorium Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adibuana Surabaya. Variabel penelitian adalah konsentrasi natrium klorida 10%, 12,5% dan 15 %, lama perendaman 12 jam, 18 jam dan 24 jam. Proses adsorpsi dilakukan secara kontinyu dengan debit 140 ml/menit selama 120 menit, analisis sampel dilakukan setiap 15 menit. Hasil dari penelitian ini adalah aktivasi karbon aktif ampas tebu menggunakan larutan natrium klorida 10% selama 12 jam menghasilkan karbon aktif dengan karakteristik daya serap I₂ sebesar 46%, kadar air 1%, dan kadar abu 7%, dan sudah sesuai SNI 06-3730-1995, sedangkan untuk kadar zat yang menguap belum sesuai SNI 06-3730-1995. Selama waktu adsorpsi 2 jam karbon aktif ampas tebu, efisiensi penurunan terbaik krom pada menit ke 15 sebesar 8% dan *total dissolved solid* sebesar 31% sedangkan penurunan perak paling tinggi pada menit ke 75 sebesar 24%. Karakteristik air limbah laboratorium setelah diadsorpsi menggunakan karbon aktif ampas tebu, adalah kadar perak 0,71 mg/L, krom 1,12 mg/L, *total dissolved solid* 15.400 mg/L dan pH 1,52, sehingga air limbah belum memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014.

Kata Kunci : Ampas tebu, limbah cair laboratorium, karbon aktif

Abstract

Bagasse as raw material for activated carbon because it has high carbon content. The purpose of this research is to study the effect of sodium chloride concentration and activation time on the quality of activated carbon of bagasse and to study the effectiveness of activated carbon of bagasse as silver, chromium, and total dissolved solid waste water of laboratory of Environmental Engineering Universitas PGRI Adibuana Surabaya. The research variables were 10%, 12.5% and 15% sodium chloride concentration, 12 hours, 18 hours and 24 hours immersion time. The absorption was carried out continuously with 140 ml/min discharge for 120 min, sample analysis was done every 15 min. The result of this research is activation of activated carbon of bagasse using 10% sodium chloride solution for 12 hours to produce activated carbon with characteristic absorption I₂ of 46%, moisture content 1% and ash content 7%, and according to SNI 06-3730- 1995, while for the levels of substances that do not evaporate SNI 06-3730-1995. During the 2-hour adsorption period the activated carbon of bagasse, the best chromium reduction efficiency in the 15th minute by 8% and the total dissolved solids by 31% while the silver decline was highest at 75 minutes by 24%. Characteristics of laboratory wastewater after adsorption using activated carbon of bagasse is silver content 0,71 mg/L, chromium 1,12 mg/L, total dissolved solid 15.400 mg/L and pH 1,52,

so wastewater not yet fulfill quality standard according to the Minister of Environment Regulation of the Republic of Indonesia No. 5 The year 2014.

Keywords: bagasse, laboratory wastewater, activated carbon

PENDAHULUAN

Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana (UNIPA) Surabaya merupakan salah satu sarana yang penting sebagai penunjang perkuliahan, penelitian mahasiswa dan dosen. Dalam setiap kegiatan praktikum dan penelitian pasti menghasilkan limbah. Limbah yang dihasilkan dilihat dari kuantitasnya relatif kecil tetapi dilihat dari karakteristiknya termasuk limbah berbahaya dan beracun (B3) karena mengandung logam berat. Karakteristik limbah laboratorium sangat beragam, tergantung jenis praktikum dan penelitian yang dilakukan di laboratorium tersebut.

Laboratorium Teknik Lingkungan UNIPA Surabaya belum pernah dilakukan uji karakteristik limbah cairnya. Air limbah dari kegiatan praktikum dan penelitian di laboratorium Teknik Lingkungan UNIPA Surabaya langsung dibuang ke wastafel tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Dikhawatirkan limbah cair laboratorium tersebut mencemari lingkungan sekitar kampus terutama terhadap badan air dan air tanah.

Limbah laboratorium sangat kompleks sifatnya, mengandung senyawa organik dan anorganik, ada yang bersifat asam atau basa, reaktif, iritatif dan mengandung logam yang bersifat racun. Limbah laboratorium termasuk kategori golongan limbah B3. (Hartini, 2011). Limbah laboratorium dapat berasal dari bahan baku yang sudah kadaluarsa, bahan habis pakai, produk proses di laboratorium, produk upaya penanganan limbah, sisa bahan kimia yang selesai digunakan, air bekas cucian peralatan, dan sisa sampel yang diuji.

Bahan yang sering digunakan di laboratorium Teknik Lingkungan UNIPA Surabaya antara lain, bahan

yang bersifat asam yaitu asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl), asam asetat (CH_3COOH), asam nitrat (HNO_3), dan lain-lain. Senyawa yang bersifat basa diantaranya natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH), amoniak (NH_3). Senyawa anorganik diantaranya perak nitrat ($AgNO_3$), kalium permanganat ($KMnO_4$), kalium kromat ($KCrO_4$), kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$), tembaga sulfat ($CuSO_4$), timbal nitrat ($Pb(NO_3)_2$), natrium klorida (NaCl)

Karbon aktif adalah karbon yang diaktifkan secara fisika, kimia atau fisik-kimia. Karbon aktif dapat berbentuk granul atau serbuk, serta mempunyai kemampuan daya jerap yang baik. Karbon aktif digunakan sebagai bahan pemucat (penghilang zat warna), penyerap gas, penyerap logam, dan sebagainya. (Asbahani, 2013)

Karakteristik bahan baku dan metode aktivasi sangat mempengaruhi kualitas karbon aktif yang dihasilkan. Aktivasi secara kimia sering menggunakan aktivator KOH, NaOH, $ZnCl_2$, NaCl, Na_2CO_3 , HCl, H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan lain-lain (Patil dan Kulkarni, 2012).

NaCl merupakan aktivator yang efektif karena mudah didapat, harganya lebih ekonomis, tidak berbahaya dan tidak beracun. Mirwan (2005) pada pembuatan karbon aktif dari ampas tebu dengan aktivator NaCl 15% dan lama perendaman 10 jam menghasilkan karbon aktif yang sifatnya serupa dengan karbon aktif yang diaktivasi dengan larutan H_3PO_4 . Aktivasi kimia menggunakan larutan NaCl yang dilanjutkan dengan aktivasi fisik pada suhu $700^\circ C$ terbukti efektif menghasilkan karbon aktif dari limbah serutan rotan dengan karakteristik fisik-

kimia yang memenuhi SNI 06-3730-95 (Mizwar, 2014)

Ampas tebu adalah limbah yang dihasilkan dari industri gula maupun pembuatan minuman dari air tebu. Es tebu saat ini banyak digemari oleh masyarakat karena harganya terjangkau dan rasanya yang nikmat. Ampas tebu belum dimanfaatkan secara optimal sehingga membawa masalah bagi industri gula dan lingkungan karena dianggap sebagai limbah (Nurhayati, 2014). Industri gula rata-rata menghasilkan ampas tebu sebesar 32% dari bobot tebu yang digiling. Ampas tebu sebagian besar digunakan sebagai bahan bakar boiler dan sekitar 1,6% dari bobot ampas tebu tidak dimanfaatkan. Ampas tebu mengandung bahan organik sekitar 90%, sehingga berpotensi untuk dijadikan bahan baku karbon aktif (Nurhayati, 2015)

Ampas tebu dapat berfungsi sebagai adsorben logam berat seperti yang dikemukakan oleh Nurhayati (2014) bahwa ampas tebu dapat mengadsorpsi logam Cu(II) sebesar 94,3% pada pH 6,5. Menurut Nurhayati (2015) bahwa karbon aktif dari ampas tebu dengan suhu pembakaran 350°C dan diaktivasi menggunakan CaCO_3 $5,5 \cdot 10^{-5}$ M menghasilkan karbon aktif yang kualitasnya sesuai SNI 06-3730-1995 terutama untuk parameter kadar air dan daya serap iodium (I_2). Karbon aktif sebagai media filtrasi dapat menurunkan Fe sebesar 88% dan kesadahan 60%.

Beberapa metode untuk menghilangkan logam berat dari air limbah telah dilakukan dengan proses secara fisika dan kimia yang meliputi presipitasi, koagulasi, dan pertukaran ion, ekstraksi pelarut, ekstraksi elektrolisis, penguapan, osmosis, pertukaran ion dan adsorpsi (Priadi, 2014), tetapi metode-metode tersebut relatif mahal. Proses adsorpsi merupakan teknik pemurnian dan pemisahan yang efektif dipakai karena lebih ekonomis dalam pengolahan air dan limbah. Proses adsorpsi cocok untuk air limbah dengan konsentrasi logam

rendah dan industri dengan keterbatasan biaya (Yuan dan Liu, 2013).

Tujuan dari penelitian ini adalah : (1) Menentukan konsentrasi aktivator NaCl dan waktu aktivasi yang menghasilkan karbon aktif ampas tebu paling berkualitas. Kualitas karbon aktif mengacu pada SNI 06-3730-1995. (2) Mengkaji efektifitas karbon aktif ampas tebu sebagai adsorben Cr, Ag, dan *Total Dissolved Solid* (TDS) pada limbah cair laboratorium Teknik Lingkungan UNIPA Surabaya.

METODE

Langkah penelitian yang dilakukan adalah:

Persiapan Alat dan Bahan

Proses adsorpsi dilakukan menggunakan pipa paralon diameter 3" dan panjang 100 cm, dengan media adsorpsi tambahan kerikil dan pasir. Sebelum digunakan media dicuci dengan aquadest sampai bersih dan dikeringkan sampai benar-benar kering dengan sinar matahari.

Pembuatan Karbon Ampas Tebu

Ampas tebu yang berasal dari penjual es tebu dipotong dengan ukuran sekitar (10 – 15 mm) supaya homogen ukurannya, lalu dicuci dengan aquadest dan dikeringkan dengan sinar matahari sampai kering. Kemudian dibakar dalam *furnance* selama 45 menit pada suhu 350°C. Proses aktivasi karbon ampas tebu dilakukan dengan cara direndam dalam larutan NaCl yang divariasikan (10 %, 12,5%, dan 15%) pada suhu 80°C selama 4 jam dan perendaman dilanjutkan pada suhu kamar selama waktu yang divariasikan (12 jam, 18 jam, dan 24 jam). Karbon disaring dengan kertas saring, dan dicuci dengan aquadest hingga pH 7. Karbon aktif dikeringkan dalam oven dari suhu kamar sampai suhu 200°C selama 2 jam.

Analisis Karakteristik Karbon Aktif

Kualitas karbon aktif yang dianalisis adalah bagian yang hilang pada pemanasan 950°C, kadar air, kadar

abu, dan daya serap I₂.

Adsorpsi Limbah Cair

Proses adsorpsi dilakukan dalam skala laboratorium dengan sistem kontinyu selama 120 menit dan pengambilan sampel dilakukan setiap 15

menit. Parameter yang dianalisis adalah Ag, Cr, pH dan TDS. Analisa Ag dan Cr menggunakan AAS, TDS menggunakan gravimetri dan pH menggunakan pH meter

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Lama Aktivasi dan Konsentrasi NaCl Terhadap Karakteristik Karbon Aktif

Kualitas karbon aktif ampas tebu yang diaktivasi dengan NaCl dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1. Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu

Aktivator	waktu aktivasi (jam)	Kadar air (%)	ket	Kadar abu (%)	ket	Kadar zat yg menguap (%)	Ket	daya serap I ₂ (%)	Ket
NaCl 10 %	12	1	M	7	M	71	TM	46	M
	18	1	M	10	M	83	TM	45	M
	24	2	M	11	M	93	TM	43	M
NaCl 12.5 %	12	2	M	10	M	66	TM	44	M
	18	2	M	13	TM	72	TM	44	M
	24	3	M	16	TM	80	TM	43	M
NaCl 15 %	12	2	M	23	TM	65	TM	43	M
	18	3	M	26	TM	71	TM	41	M
	24	4	M	27	TM	73	TM	38	M
Rerata		2.2		15.9		74.9		43	

Ket :

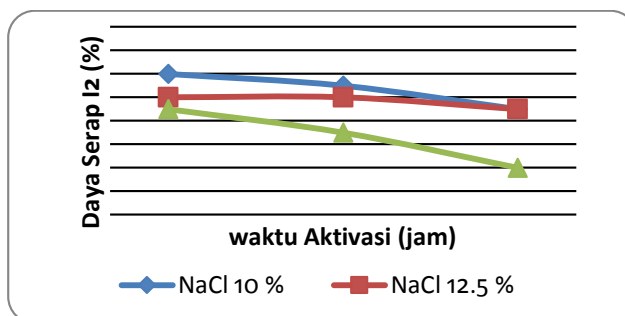
M : Memenuhi SNI 06-3730-1995

TM : Tidak memenuhi SNI 06-3730-1995

Daya Serap Terhadap Iodium (I₂)

Daya serap karbon aktif terhadap I₂ adalah jumlah miligram iodium yang diadsorpsi oleh satu gram karbon aktif (Nurhayati, 2015). Daya serap I₂ menunjukkan indikator relatif porositas karbon aktif (Collin *et al.*, 2006). Besar

kecilnya nilai daya serap terhadap I₂ karbon aktif menunjukkan kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi logam, penghilangan bau, rasa dll. Hasil analisa pengaruh waktu aktivasi dan konsentrasi NaCl terhadap daya serap I₂ dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh Waktu Aktivasi dan Konsentrasi NaCl Terhadap Daya Serap I₂

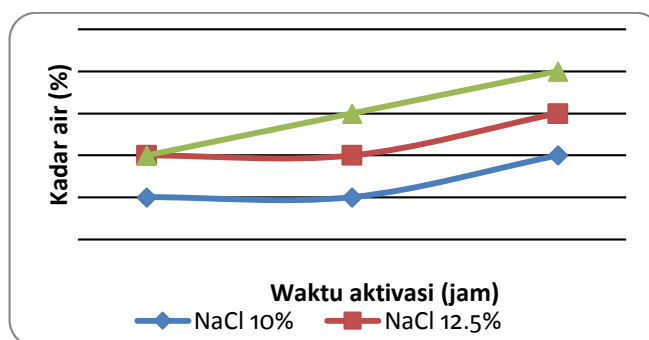
Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa waktu aktivasi dan konsentrasi NaCl berbanding terbalik terhadap terhadap daya serap I_2 . Semakin lama dari waktu aktivasi dari 12 jam – 24 jam dan semakin pekat konsentrasi NaCl dari 10% - 15%, semakin kecil daya serap I_2 . Hal ini terjadi karena pada waktu aktivasi yang cepat pada konsentrasi rendah, menyebabkan NaCl terdistribusi secara merata dengan dispersi tinggi di seluruh bagian dalam partikel sehingga menghasilkan pori yang seragam (Verla *et al.*, 2012). Semakin pekat konsentrasi NaCl semakin banyak mineral yang teradsorpsi sehingga menyebabkan volume pori karbon aktif cenderung bertambah besar karena garam dapat berfungsi sebagai *dehydrating agent* dan membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan pada proses karbonisasi. Angka I_2 cenderung bertambah besar dan penambahan bahan – bahan mineral akan melindungi

permukaan karbon aktif sehingga bahaya oksidasi karbon menjadi tertekan (Widayanti, 2012). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Mizwar (2014) bahwa waktu aktivasi dan konsentrasi aktivator berbanding terbalik dengan daya serap I_2 .

Daya serap karbon aktif yang dihasilkan berkisar antara 43% - 46%. Daya serap I_2 paling besar adalah 46 % diperoleh pada aktivasi NaCl 10% selama 12 jam. Menurut standart kualitas karbon aktif SNI 06-3730-1995 daya serap I_2 adalah minimal 20 %, dengan demikian karbon aktif ampas tebu dengan aktivasi NaCl 10%, 12.5%, dan 15% dan selama 12 jam, 18 jam, dan 24 jam sudah memenuhi kualitas sesuai SNI 06-3730-1995 untuk parameter daya serap I_2 . Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses karbonasi dan aktivasi dapat meningkatkan porositas karbon aktif.

Kadar Air

Kadar air karbon aktif ampas tebu dengan aktivator NaCl disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Waktu Aktivasi dan Konsentrasi NaCl Terhadap Kadar Air

Pada Gambar 2 menunjukkan peningkatan kadar air pada karbon aktif berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi NaCl dan lama waktu perendaman. Semakin lama waktu aktivasi, kadar air yang terkandung di dalam karbon aktif meningkat. Hal ini dikarenakan semakin lama aktivasi

semakin banyak kandungan air yang terserap karbon aktif (Surest, 2010).

Dari hasil penelitian ini diperoleh karbon aktif dengan kadar air berkisar 1% - 4%. Kadar air terbaik diperoleh pada aktivasi dengan NaCl 10% selama 12 jam. Sesuai dengan SNI 06-3730-1995 kadar air untuk karbon aktif serbuk maksimal 15%. dengan demikian karbon

aktif ampas tebu dengan konsentrasi NaCl 10%, 12.5%, dan 15% dan aktivasi selama 12 jam, 18 jam, dan 24 jam dihasilkan karbon aktif yang memenuhi kualitas kadar air.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi NaCl juga menyebabkan semakin kadar air dari karbon aktif, hal ini dimungkinkan masih terdapat NaCl di luar pori karbon sehingga menyebabkan meningkatnya kadar air karbon aktif tersebut karena NaCl bersifat higroskopis. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Mizwar (2014), peningkatan kadar air pada karbon aktif berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi NaCl dan lama waktu perendaman

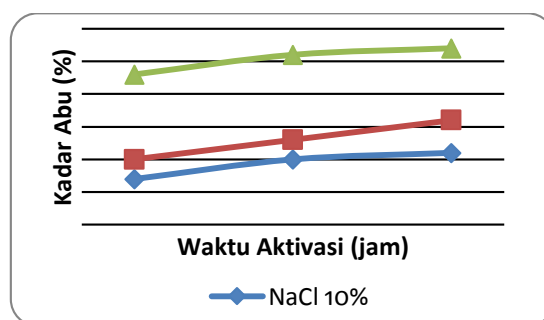
Kadar Abu

Kadar abu merupakan persentase abu yang dihasilkan dari pembakaran sempurna dari suatu bahan organik. Kandungan abu berupa bahan organik maupun mineral yang tidak dapat dibakar atau sisa yang tetap tertinggal setelah pembakaran, misalnya silika dan oksida. Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui jumlah oksida yang

terkandung dalam karbon aktif (Surest, 2010).

Hasil analisa dari uji kadar abu dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaCl dari 10% - 15% dan semakin lama waktu aktivasi dari 12 jam - 24 jam maka kadar abu karbon aktif semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi NaCl dan semakin lama waktu aktivasi maka semakin besar pula mineral tertinggal dalam karbon aktif. Pada proses pencucian tidak dapat memastikan hilangnya mineral secara keseluruhan. Makin tinggi mineral yang tertangkap dalam pori-pori karbon aktif menyebabkan semakin tinggi pula kadar oksidanya sehingga kadar abu juga semakin tinggi (Surest, 2010).

Kadar abu karbon aktif yang dihasilkan sekitar antara 7% - 27 %. Aktivasi menggunakan NaCl 10% dengan waktu aktivasi 12 jam - 24 jam menghasilkan karbon aktif yang sesuai SNI 06-3730-1995. Sedangkan aktivasi menggunakan NaCl dengan konsentrasi diatas 10% kadar abunya tidak sesuai SNI 06-3730-1995.



Gambar 3. Pengaruh Lama Aktivasi dan Konsentrasi NaCl Terhadap Kadar Abu

Bagian Yang Hilang Pada Pemanasan 950°C

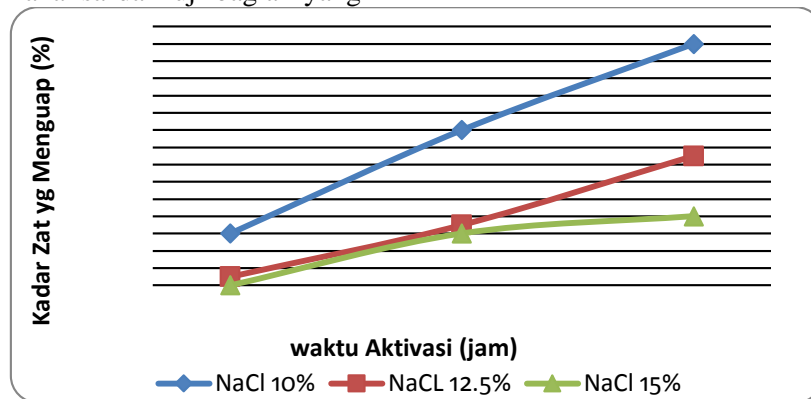
Sesuai dengan SNI 06-3730-1995 bahwa karbon aktif kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950°C maksimal 25%. Karbon aktif yang dihasilkan dalam penelitian ini mempunyai kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950°C antara 71% - 73%. Secara

keseluruhan karbon aktif yang dihasilkan belum memenuhi SNI 06-3730-1995. Hal ini kemungkinan karbon aktif dari ampas tebu memiliki struktur yang lunak sehingga pada pemanasan 950°C mudah terbakar. Menurut Nurhayati (2015) bahwa karbon aktif yang belum memenuhi standar karbon aktif sesuai SNI 06-3730-1995 disebabkan tidak

sempurnanya penguraian senyawa non karbon seperti CO_2 , CO dan H_2 .

Hasil analisa dari uji bagian yang

hilang pada pemanasan 950°C dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh Lama Aktivasi dan Konsentrasi NaCl Terhadap Kadar Bagian Yang Hilang Pada Pemanasan 950°C

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin lama waktu aktivasi dan semakin tinggi konsentrasi NaCl, semakin tinggi pula kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950°C . keadaan ini dikarenakan pada semakin lama waktu perendaman dan semakin tinggi konsentrasi NaCl menyebabkan tidak sempurnanya penguraian senyawa non karbon yang ada di dalam ampas tebu.

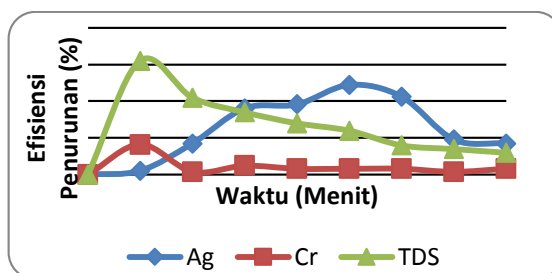
Pada penelitian ini karbon aktif yang terbaik diperoleh pada aktivasi menggunakan NaCl 10% selama 12 jam dengan karakteristik karbon aktif adalah kadar air 1%, kadar abu 7% daya serap I_2 46%.

Karbon aktif ampas tebu dengan aktivasi NaCl 10% selama 12 jam selanjutnya digunakan untuk mengadsorpsi logam berat Ag, Cr, dan TDS yang ada pada limbah cair laboratorium Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.

Adsorpsi Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Karbon Aktif Ampas Tebu

Air limbah laboratorium Teknik Lingkungan UNIPA Surabaya sebelum ditreatment secara fisik berwarna hijau, keruh, dan berbau. Karakteristik limbah cair laboratorium Teknik Lingkungan UNIPA Surabaya adalah sebagai berikut, Ag = 0,94 ppm, Cr = 1,22 ppm, TDS 22.400 ppm dan PH = 0,4. Dilihat dari karakteristiknya limbah cair laboratorium Teknik Lingkungan UNIPA Surabaya termasuk limbah B3 dan belum memenuhi baku mutu air limbah sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014.

Setelah diadsorpsi menggunakan karbon aktif ampas tebu yang diaktivasi menggunakan NaCl 10% selama 12 jam menghasilkan air limbah yang jernih, berwarna hijau dan baunya sedikit berkurang. Efisiensi penurunan TDS, Ag dan Cr air limbah disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Efisiensi Penurunan TDS, Ag dan Cr

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa efisiensi penurunan Ag paling baik sebesar 24% dengan kadar akhir 0.71 ppm, terjadi pada menit ke 75. Di atas menit ke 75 efisiensi penurunan Ag mengalami penurunan. Efisiensi penurunan kadar Cr dan TDS tertinggi terjadi pada menit ke-15 sebesar 8% dengan kadar 8.2 ppm dan TDS 31% dengan kadar 15.400 ppm pada menit ke-15. Di atas menit ke-15 efisiensi penurunan Cr cenderung konstan sedangkan efisiensi penurunan TDS mengalami penurunan. Terjadinya penurunan efisiensi karena adsorben sudah jenuh, sehingga kapasitas adsorpsi menurun. Pada saat mengalami penurunan efisiensi berarti adsorben harus diregenerasi. Hal ini dikarenakan pada mulanya sisi adsorben banyak yang kosong, sehingga kecenderungan adsorbat untuk terserap ke adsorben semakin besar. Dengan semakin lamanya waktu kontak, jumlah adsorbat yang terserap permukaan adsorben semakin meningkat sehingga tercapai titik setimbang (Sari, 2010). Pada saat titik kesetimbangan tercapai maka permukaan adsorben sudah dipenuhi oleh adsorbat, jika larutan terlalu tinggi mengandung adsorbat maka adsorben mengalami titik jenuh sehingga adsorben tidak mampu mengadsorpsi lagi.

Pada penelitian ini adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi fisik dimana tidak terjadi transfer elektron. Adsorpsi fisika terjadi bila gaya intermolekular lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan

permukaan adsorben, gaya ini disebut gaya Van der Waals sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan lain dari adsorben (Sari, 2010).

Dengan proses adsorpsi menggunakan karbon aktif ampas tebu hanya dapat menaikkan pH pada 15 menit pertama dan kenaikan pHnya hanya 28%. Kualitas air limbah Laboratorium Teknik Lingkungan UNIPA Surabaya setelah diadsorpsi menggunakan karbon aktif ampas tebu yang diaktivasi dengan NaCl 10% selama 12 jam, adalah kadar Ag sebesar 0,71 mg/L, Cr sebesar 1,12 mg/L, TDS sebesar 15.400 mg/L dan pH 1,52. Dari parameter tersebut menunjukkan air limbah belum memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan yang belum memiliki baku mutu air limbah yang ditetapkan.

Proses adsorpsi menggunakan karbon aktif ampas tebu efisiensinya rendah dan karakteristik limbahnya belum memenuhi baku mutu, hal ini dikarenakan pH limbah sangat asam sehingga proses adsorpsi tidak dapat optimal. Menurut Handayani (2012) bahwa kemampuan adsorpsi ion logam juga dipengaruhi oleh pH karena adanya protonasi gugus anionik. Pada pH rendah konsentrasi ion H^+ menjadi sangat tinggi sehingga terjadi tolak menolak atau kompetisi antara ion H^+ dengan ion logam terhadap situs pertukaran kation yang bermuatan positif, sehingga adsorpsi menjadi kecil. Adsorpsi logam akan mengalami

peningkatan dengan naiknya pH dan pada pH tertentu yang lebih tinggi justru mengalami penurunan akibat terbentuknya endapan logam hidroksida.

KESIMPULAN

Dari penelitian tentang pengaruh konsentrasi NaCl dan waktu aktivasi terhadap kualitas karbon aktif dan fungsinya sebagai adsorben limbah cair laboratorium Teknik Lingkungan UNIPA Surabaya disimpulkan bahwa: (1) aktivasi karbon aktif ampas tebu menggunakan NaCl 10% selama 12 jam menghasilkan karbon aktif ampas tebu dengan kualitas yang paling baik yaitu daya serap I₂ sebesar 46%, kadar air 1%, dan kadar abu 7%, sehingga sesuai SNI 06-3730-1995, (2) selama 2 jam proses adsorpsi, efisiensi penurunan terbaik Cr

pada menit ke-15 sebesar 8% dan TDS sebesar 31% sedangkan penurunan Ag paling tinggi pada menit ke-75 sebesar 24%, (3) Kualitas limbah cair setelah diadsorpsi mempunyai kadar Ag 0,71 mg/L, Cr 1,12 mg/L, TDS 15.400 mg/L dan pH 1,52 dan air limbah belum memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 tahun 2014

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ucapkan terima kasih kepada UNIPA Surabaya melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat yang telah membiayai penelitian ini melalui Penelitian Unggulan Hibah Adi Buana tahun anggaran 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Asbahani. (2013). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kadar Besi Pada Air Sumur. *Jurnal Teknik Sipil Untan*, 13 (1), 105-114.
- Collin G.J., Fauziah A.A., Hasnul F.M.Z. dan Siti F.D. 2006. Treatment of landfill leachate in Kayu Madang, Sabah: Porosity dan adsorption studies (Part 2). *Asian Chemistry Letters*, 10 (3-4), 89-94
- Handayani, D.S., dkk. (2012). Adsorpsi Ion logam Pb(II), Cd(II) dan Cr(III) oleh Poli 5 Allil Kaliks(4) Arena Tetraester. *J Manusia dan Lingkungan*, 3(19), 218-225.
- Hartini, Eko dan Yuantari, MG.C. (2011). Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Menggunakan Koagulan Alum Sulfat dan Poly alum Chlorida Di laboratorium Kesehatan Universitas Dian Nuswanoto Semarang. *Jurnal Dian*, 11(2), 150-159.
- Mirwan, M. (2005). Daur ulang limbah hasil industri gula (ampas tebu/bagasse) dengan proses karbonisasi sebagai arang aktif. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, 1 (3).
- Mizwar, A. dan Haryati. (2014). Aktivasi Kimia-Fisik Limbah Serutan Rotan Menjadi Karbon Aktif. *Jurnal Purifikasi*, 14(1), 82-89
- Nurhayati, I., dan Sutrisno, J. (2014). Pemanfaatan limbah ampas tebu Sebagai Penyerap Logam Berat Cu. *Wahana*, 63(2), 27- 32.
- Nurhayati, I., dkk. (2015). Arang Aktif Ampas Tebu Sebagai Media Filtrasi Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sumur Gali. *Waktu*, 13(2), 9-18.
- Patil, B.S. dan Kulkarni, K.S. (2012). Development of high surface area activated carbon from waste material. *International Journal of Advanced Engineering Research dan Studies*, 1 (2), 109-113
- Priadi, C.R., Anita, Sari, P.N., dan Moersidik, S.S. (2016). Adsorpsi Logam Seng Dan Timbal Pada Limbah Cair Industri Keramik Oleh Limbah Tanah Liat. *Reaktor*, 15(1), 10-19
- Sari, I.P. dan Widiastuti, N. (2010). Adsorpsi Methylen Blue Dengan Abu Dasar PT. IPMOMI Probolinggo Jawa Timur Dan Zeolit Berkarbon. Prosiding Kimia FMIPA ITS

- Surest, A.H., Permana I., Wibisono, R.G. (2010). Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Biji Ketapang. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*, 17(4).
- Verla, A.W., Horsfall, M., Verla, E.N., Spiff, A.I. dan Ekpete, O.A. (2012). Preparation dan characterization of activated carbon from fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* hook.f) seed shell. *Asian Journal of Natural dan Applied Sciences*, 1 (3), 39-50.
- Widayanti, Isa I., Aman, L.O. (2012). Studi Daya Aktivasi Arang Sekama Padi Pada Proses Adsorpsi Logam Cd. *Jurnal Sainstek*, 6(5), 488-494
- Yuan, L. and Liu, Y., (2013), Removal of Pb (II) and Zn (II) from Aqueous Solution by Ceramisite Prepared by Sintering Bentonite, Iron Powder and Activated Carbon. *Chemical Engineering Journal*, 215-216, pp.432-439.