

Pembuatan Karbon Aktif Ampas Tahu dan Aplikasinya sebagai Adsorben Zat Warna *Crystal Violet* dan *Congo Red*

Siti Zulichatun[✉], Jumaeri, dan Ella Kusumastuti

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Diterima Juli 2018

Disetujui September 2018

Dipublikasikan November 2018

Keywords:

adsorpsi
karbon aktif
congo red
crystal violet

Abstrak

Crystal Violet (CV) dan *Congo Red* (CR) masing-masing merupakan zat warna kationik dan anionik. Kedua zat warna tersebut banyak terdapat pada limbah industri tekstil, bersifat karsinogenik dan *non biodegradable* dengan toksisitas tinggi. Salah satu metode untuk menurunkan konsentrasi CV dan CR adalah melalui proses adsorpsi menggunakan karbon aktif ampas tahu (KAAT). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik KAAT dan kemampuannya dalam mengadsorpsi zat warna pada berbagai variasi waktu kontak, pH dan konsentrasi awal larutan. Preparasi KAAT dilakukan melalui proses karbonisasi ampas tahu dan proses aktivasi dengan merendam KAAT dalam larutan H_3PO_4 3 M. Hasil penelitian karakteristik KAAT dilihat dari beberapa parameter uji, antara lain kadar air, kadar abu, kadar zat menguap dan kadar karbon yang dihasilkan, telah memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 tentang standar kualitas arang aktif sebagai adsorben. Namun, daya serap iod yang dihasilkan belum memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 yaitu minimal 750 mg/g. Hasil uji SAA menggunakan metode BET menunjukkan luas permukaan KAAT sebesar 49,075 m²/g. Hasil analisis FTIR menunjukkan adanya gugus O-H, C-H *deformation*, C=O. Selain itu, muncul pita serapan baru pada bilangan gelombang 1272, 1159 dan 1319 cm⁻¹ yang menunjukkan masing-masing untuk vibrasi regangan C-O dalam P-O-C dan P=O. Adsorpsi CV terjadi pada waktu optimal 75 menit, pH 5 dan Co= 8 mg/L sebesar 98,41%. Adsorpsi CR terjadi pada waktu optimal 60 menit, pH 5 dan Co=25 mg/L sebesar 71,97%.

Abstract

Crystal Violet (CV) and Congo Red (CR) are non-biodegradable cationic and anionic dyes that have high toxicity and carcinogenic properties in textile industry waste. One method to decrease the concentration of them in liquid waste was using by adsorption with activated carbon which is made from tofu solid waste. This research conduct to know the characteristics and the capability of activated carbon of tofu waste in CV and CR dyes adsorption. Preparation activated carbon due to carbonization and activation process. The results of KAAT characteristics based of parameter such as water content, ash content, volatile substances, carbon test have qualified SNI 06-3730-1995 about standard quality of activated charcoal as adsorbent. But, iodine adsorption not yet qualified SNI 06-3730-1995 was minimal 750 mg/g, surface area also BET method was 49.075 m²/g. The result analysis with FTIR show O-H, C-H deformation and C=O groups and new absorption occurs at 1272, 1159, and 1319 cm⁻¹ wave numbers are vibration of C-O strain in P-O-C and P=O groups. Adsorption CV occurs at optimum time was 75 min, pH 5 and initial concentration of 8 mg/L (98.41%). While, adsorption CR occurs at optimum was time 60 min, pH 5 and initial concentration 25 mg/L (71.97%).

© 2018 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

Gedung D6 Lantai 2 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

E-mail: sitizulichatun@gmail.com

p-ISSN 2252-6951

e-ISSN 2502-6844

Pendahuluan

Kota Pekalongan merupakan salah satu kota yang memiliki industri kecil penghasil tahu. Salah satunya adalah Kelurahan Duwet yang mempunyai 70 unit usaha tahu dengan kapasitas produksi mencapai 1.980 kilogram per hari sehingga menghasilkan limbah ampas tahu yang cukup melimpah. Selain itu, Kota Pekalongan juga merupakan kota industri tekstil dengan penanganan limbah yang belum maksimal. Salah satu alternatif untuk menangani limbah tersebut melalui proses adsorpsi menggunakan karbon aktif yang berasal dari limbah ampas tahu. Kandungan senyawa organik dalam ampas tahu meliputi karbohidrat, lemak, dan protein. Menurut Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur (2011), bahwa kandungan ampas tahu meliputi protein 8,66%, lemak 3,79%, air 51,63% dan abu 1,21%. Selain itu, Ampas tahu juga mengandung atom C sebesar 46,34% (Li *et al.*, 2013). Berdasarkan kandungan senyawa organik tersebut, ampas tahu mempunyai potensi sebagai adsorben berupa karbon aktif karena kandungan atom C yang cukup tinggi. Salah satu syarat adsorben adalah mempunyai luas pori yang besar sehingga daya serap yang dihasilkan juga besar. Karbon aktif dari *Thevetia peruviana* yang diaktivasi dengan H_3PO_4 30%, secara efektif dapat menyerap zat warna *Methylene Blue* sebesar 532 mg/g dan daya serap terhadap iod sebesar 798 mg/g (Basseri *et al.*, 2012).

Adsorpsi merupakan suatu fenomena yang berkaitan erat dengan permukaan dimana terlibat interaksi antara molekul-molekul cairan atau gas dengan molekul padatan. Interaksi ini terjadi karena adanya gaya tarik atom atau molekul yang menutupi permukaan tersebut. Kapasitas adsorpsi karbon aktif tergantung pada jenis pori dan jumlah permukaan yang dapat digunakan untuk mengadsorpsi (Manocha, 2003). Adsorpsi karbon aktif terhadap sifat kationik dan anionik pewarna telah dipelajari dari dua sudut pandang yaitu penghilangannya dari air limbah dan karakterisasi dari permukaan karbon aktif untuk luas permukaan, karakter mikropori, dan polaritasnya. Untuk penghilangan pewarna dari air limbah menggunakan adsorpsi karbon aktif, sifat asam permukaan karbon aktif sangat berpengaruh terhadap adsorpsi pewarna bermuatan kation atau anion. Kehadiran gugus asam pada permukaan karbon cenderung mengurangi adsorpsi pewarna anionik secara signifikan selaras dengan konsentrasi gugus ini (Bansai & Goyal, 2005). Zat warna memiliki kecenderungan untuk beragregasi (berasosiasi) pada larutan. Agregasi dapat terjadi akibat polimerisasi dimana molekul zat warna menjadi kompleks. Molekul zat warna harus dapat masuk ke dalam pori agar dapat dihilangkan dari larutan. Oleh karena itu, keberadaan mesopori pada struktur adsorben umumnya lebih penting dari muatan negatif pada permukaan adsorben (Mall *et al.*, 2005). Maka, adsorpsi zat warna kationik dan anionik oleh karbon aktif dari larutan sangat bergantung pada sifat kimia dari permukaan karbon dan struktur pori dari permukaan karbon (Bansai & Goyal, 2005).

Zat warna *Crystal Violet* (CV) dan *Congo Red* (CR) merupakan zat warna kationik dan anionik yang mempunyai sifat toksisitas tinggi dan bersifat karsinogenik sehingga apabila tidak terdegradasi akan berdampak pada kesehatan (O'neil, 2001). Adsorpsi CV telah berhasil dilakukan oleh Jumaeri *et al.*, (2017), menunjukkan jumlah zat warna CV yang terserap oleh zeolit A dari abu layang batu bara dengan konsentrasi awal 2-6 mg/L, penyerapan CV menurun dari 79-62,8%. Selanjutnya, hasil adsorpsi CR menggunakan zeolit A termodifikasi surfaktan HDTMA menunjukkan persentase penyerapan CR menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi awal 5-25 mg/L yaitu 83,89-47,54% (Jumaeri *et al.*, 2018).

Menurut Badan Lingkungan Hidup bahwa zat warna yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah 0,005 ppm dengan keasamaan 7-8,5 dan bahan-bahan padat tidak melebihi 50 mg/L. Pada penelitian ini, dipelajari pembuatan karbon ampas tahu yang diaktivasi dengan H_3PO_4 3 M sebagai adsorben untuk mengadsorpsi zat warna *Crystal Violet* (CV) dan *Congo Red* (CR) pada berbagai variasi waktu kontak, pH dan konsentrasi awal larutan.

Metode

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ayakan 100 *mesh*, drum (alat pembuatan arang), oven *Memmert*, neraca analitik *Mettler Toledo A1204*, shaker *Unimax 2010*, Sentrifuge *Rotofix 32 A*, Furnace Tube Furnace 79400, spektrofotometer UV-Vis *Thermo Scientific Genesys 10uv*, FT-IR *PerkinElmer Spectrum Version 10,03,06* dan *Surface Area Analyzer (SAA) NOVA-1200e Quantachrome*. Bahan utama yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tahu yang diperoleh dari *home industry* tahu Kelurahan Duwet, Pekalongan. Zat warna *Crystal Violet*, zat warna *Congo Red*, H_3PO_4 , HCl, NaOH, KI, I_2 , $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, amilum dengan *grade pro analyst* buatan *Merck* dan aquademin.

Preparasi karbon aktif ampas tahu (KAAT) dilakukan dengan mengeringkan ampas tahu dibawah sinar matahari hingga kering. Ampas tahu kering dimasukkan kedalam drum (alat pembuatan arang) dan membakarnya sampai menjadi arang (karbon). Karbon yang dihasilkan diayak melewati ayakan 100 *mesh*.

Kemudian dilakukan proses aktivasi dengan merendam karbon ampas tahu ke dalam H_3PO_4 3 M dalam *beaker glass* dan diaduk selama 2 jam menggunakan orbital *shaker* dengan kecepatan pengadukan 150 rpm dan dibiarkan selama 24 jam. Selanjutnya, karbon aktif ampas tahu disaring dan residu dicuci dengan aquadest hingga pH netral, dikeringkan menggunakan oven 105°C selama 3 jam. KAAT yang diperoleh dilakukan uji kuantitatif dan kualitatif. Uji kuantitatif meliputi uji kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, kadar karbon, daya serap iod (DSI) dan luas permukaan SAA. Uji kualitatif dilakukan dengan menganalisis gugus fungsi menggunakan FT-IR.

Adsorpsi zat warna CV dilakukan dengan menimbang 1 g adsorben KAAT kemudian ditambahkan ke dalam 50 mL larutan zat warna CV ($\text{Co} = 3 \text{ mg/L}$) dengan variasi waktu kontak 15, 30, 45, 60, 75 dan 90 menit. Selanjutnya dilakukan variasi pH 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7. Terakhir dilakukan variasi konsentrasi 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10, dan 15 mg/L. Filtrat diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV Vis pada panjang gelombang maksimum 590 nm.

Adsorpsi zat warna CR dilakukan dengan menimbang 1 g adsorben KAAT kemudian ditambahkan ke dalam 50 mL larutan zat warna anion CR ($\text{Co} = 20 \text{ mg/L}$) dengan variasi waktu kontak 15, 30, 45, 60, 75 dan 90 menit. Selanjutnya dilakukan variasi pH 5, 6, 7, 8, 9 dan 10. Terakhir dilakukan variasi konsentrasi 1, 5, 10, 15, 20, 25 mg/L, campuran KAAT dan larutan CR diaduk menggunakan orbital *shaker* kecepatan 150 rpm diperoleh filtrat. Filtrat diukur absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 500 nm.

Hasil dan Pembahasan

Hasil preparasi karbon dari ampas tahu yang telah diaktivasi dengan H_3PO_4 menjadi KAAT dapat dilihat pada Gambar 1.

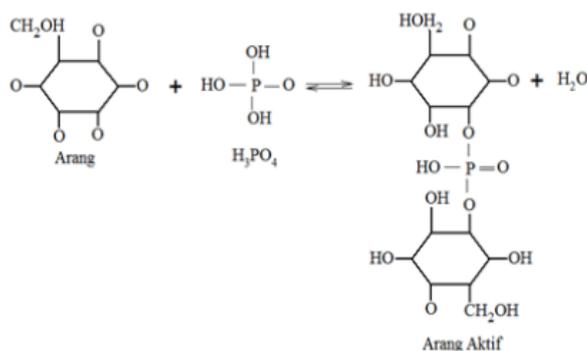


Gambar 1. (a) Ampas tahu kering sebelum proses karbonisasi dan (b) karbon aktif ampas tahu (KAAT)

Karbon yang dihasilkan dari proses pembakaran (karbonisasi) ampas tahu yang tidak sempurna tersebut mengikuti reaksi umum pembakaran sebagai berikut:



Berdasarkan hasil reaksi pembakaran, unsur C tersebut selanjutnya akan diaktivasi. Pada proses aktivasi karbon dari ampas tahu (Gambar 1b), karbon akan bereaksi dengan H_3PO_4 menyebabkan karbon akan terkikis (membentuk lubang) menghasilkan pori-pori. Pembentukan pori-pori tersebut akan memperbesar luas permukaan karbon sehingga daya adsorpsinya akan semakin besar pula. Adanya zat aktivator H_3PO_4 saat proses aktivasi dapat menghilangkan kandungan mineral pada bahan yang akan dijadikan karbon aktif sehingga mencegah terbentuknya abu (Esterlita & Herlina 2015). Mekanisme reaksi proses aktivasi karbon dari ampas tahu dengan H_3PO_4 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme reaksi proses aktivasi KAAT dengan H_3PO_4 (Esterlita & Herlina, 2015)

Hasil karakterisasi karbon aktif ampas tahu (KAAT) secara kuantitatif disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil karakterisasi KAAT secara kuantitatif

No.	Parameter		Keterangan
1.	Kadar air (%)	3,17	memenuhi SNI
2.	Kadar abu (%)	8,31	memenuhi SNI
3.	Kadar volatilitas (%)	6,61	memenuhi SNI
4.	Kadar karbon (%)	81,89	memenuhi SNI
5.	Daya serap iod (mg/g)	628,76	belum memenuhi SNI
6.	Luas permukaan (m^2/g)	49,075	-

*KAAT = Karbon aktif ampas tahu

Pada uji kadar air bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak air yang dapat teruapkan agar air yang terikat pada karbon tidak menutupi pori. Hasil uji yang diperoleh yaitu 3,17%, menunjukkan bahwa kandungan air dalam karbon aktif telah memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 15%. Hilangnya molekul air pada karbon aktif menyebabkan pori-pori semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan karbon aktif akan semakin bertambah sehingga meningkatkan kemampuan adsorpsi dan kualitas karbon aktif semakin baik (Idrus *et al.*, 2013).

Penetapan kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam karbon aktif. Nilai kadar abu menunjukkan jumlah sisa dari akhir proses pembakaran berupa zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran (Prasetyo & Harun, 2013). Hasil uji yang diperoleh yaitu 8,31%, menunjukkan bahwa kandungan abu dalam karbon aktif telah memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 10%. Adanya kandungan abu disebabkan oleh banyaknya pengotor berupa mineral seperti kalium, natrium, magnesium, dan kalsium yang tidak ikut larut oleh H_3PO_4 selama proses aktivasi. Akibatnya, selama proses pemanasan mineral-mineral tersebut tidak bisa teruapkan (Idrus *et al.*, 2013).

Uji kadar zat menguap bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa yang mudah menguap yang masih terdapat dalam karbon aktif. Hasil uji yang diperoleh yaitu 6,61%, menunjukkan bahwa kandungan kadar zat menguap telah memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 25%. Kadar zat menguap yang tinggi disebabkan oleh adanya atom non karbon yang menempel pada permukaan karbon aktif terutama atom H maupun atom O. Atom non karbon tersebut terikat kuat pada atom C pada permukaan karbon aktif dalam bentuk senyawa CO_2 , CO, CH_4 dan H_2 . Atom non karbon tersebut merupakan suatu pengotor yang menutupi pori-pori dari karbon aktif sehingga mengurangi efektivitasnya dalam menyerap adsorbat (Prasetyo & Harun, 2013).

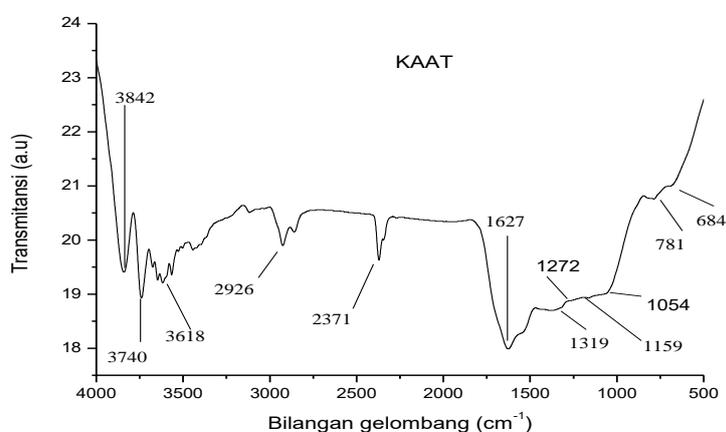
Uji kadar karbon ditentukan melalui selisih persentase total dari jumlah persentase kadar air, kadar abu dan kadar zat mudah menguap dari karbon aktif (Sahara *et al.*, 2017). Hasil uji yang diperoleh yaitu 81,89%, menunjukkan bahwa kandungan karbon dalam KAAT telah memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 25%. Kandungan atom C pada karbon aktif yang semakin tinggi disebabkan oleh semakin rendahnya molekul-molekul air, kandungan oksida logam serta atom O maupun H dalam senyawa CO_2 , H_2 , CO yang hilang atau teruapkan. Hal tersebut karena pengaruh penambahan zat aktivator yang berperan ketika proses aktivasi karbon dari ampas tahu.

Uji daya serap iod merupakan parameter untuk mengetahui kemampuan karbon aktif dalam menyerap molekul-molekul dengan berat molekul kecil. Dalam proses penyerapan ini, molekul iodium masuk dan mengisi pori-pori karbon aktif sehingga pada pori-pori yang berukuran besar, molekul-molekul iodium yang terserap oleh karbon aktif dalam jumlah besar pula (Prasetyo & Harun, 2013). Adanya

aktivator H_3PO_4 dapat membersihkan pori-pori dan memperluas permukaan karbon serta memberikan gugus aktif sehingga dapat memperbesar daya serap karbon aktif tersebut (Sudrajat & Pari, 2011 ; Sudirjo, 2006 dikutip oleh Sahara *et al.*, 2017). Pada penelitian ini, hasil yang diperoleh belum memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 yang telah ditetapkan yakni minimal 750 mg/g. Hal tersebut disebabkan oleh adanya zat-zat pengotor yang masih tertinggal didalam pori-pori karbon aktif.

Hasil uji luas permukaan spesifik karbon aktif menggunakan SAA yaitu 49,075 m^2/g . Penelitian serupa dilakukan oleh Hartini *et al.* (2014) menunjukkan hasil luas permukaan dari adsorben ampas tahu, karbon ampas tahu tanpa aktivasi dan dengan aktivasi NaCl 10% berturut-turut sebesar 16,4063 m^2/g , 17,2546 m^2/g dan 18,9358 m^2/g . Berdasarkan hasil kedua penelitian tersebut bahwa zat aktivator asam H_3PO_4 lebih baik dibandingkan garam NaCl dalam pembuatan karbon aktif. Hal tersebut karena pemberian konsentrasi H_3PO_4 pada proses perendaman adsorben dapat mengembangkan struktur pori baru maupun terbukanya materi penyumbat pada pori tersebut.

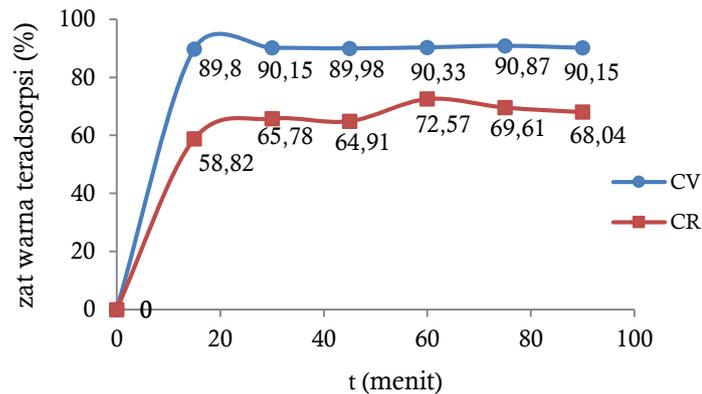
Hasil karakteristik karbon aktif ampas tahu (KAAT) secara kualitatif menggunakan FT-IR ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Spektra FT-IR karbon aktif ampas tahu (KAAT)

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan pita serapan pada bilangan gelombang 3617 dan 3618 cm^{-1} masing-masing menunjukkan vibrasi regangan O-H dalam gugus hidroksil. Pita serapan 3000-3700 cm^{-1} merupakan vibrasi regangan dari ikatan hidrogen (O-H) dalam karboksil, fenol, alkohol dan terikatnya senyawa air (H_2O) dari karbon aktif (Zhu *et al.*, 2016). Peak pada serapan 2926 cm^{-1} menunjukkan regangan C-H alifatik dalam cincin benzena dimana pada pita serapan 781, 683 cm^{-1} gugus C-H tersebut akan mengalami perubahan bentuk (*deformation*) melalui bidang luar dari C-H dengan mengganti gugus benzena yang berbeda (Yakout & El-Deen, 2016). Pita serapan pada daerah 1000-1300 cm^{-1} menunjukkan regangan C-O dalam gugus asam, alkohol, fenol, eter dan ester. Pada bilangan gelombang 1159, 1272 dan 1319 cm^{-1} menunjukkan regangan C-O dalam rantai P-O-C dan P=O. Munculnya sifat yang khas dari atom fosfor dan senyawa karbon fosfor karena adanya proses aktivasi karbon dengan H_3PO_4 . Akan tetapi, pada daerah tersebut sulit teridentifikasi karena pita serapan mengalami *overlap* (Benadjemia *et al.*, 2011 ; Sych *et al.*, 2012 ; Yakout & El-Deen, 2016).

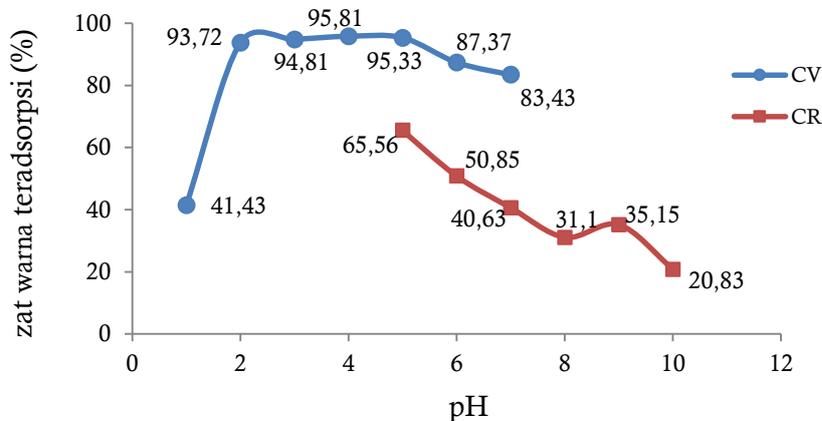
Penentuan adsorpsi CV dan CR oleh adsorben KAAT dilakukan melalui tiga parameter variasi yaitu pengaruh waktu kontak, pH dan konsentrasi awal larutan. Hasil pengaruh waktu kontak terhadap persentase adsorpsi larutan CV dan CR dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan waktu kontak dengan persentase CV dan CR teradsorpsi

Pada Gambar 4 menunjukkan persentase adsorpsi CV dan CR semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Adsorpsi CV ($C_0=3$ mg/L) dan CR ($C_0=20$ mg/L) pada waktu kontak awal 15 menit terjadi adsorpsi yang sangat cepat. CV dan CR masing-masing mencapai titik optimum pada waktu kontak 75 dan 60 menit yaitu 90,33% dan 72,57%. Hal tersebut karena KAAT sebagai adsorben mampu berikatan secara maksimal dengan kation CV dan anion CR pada sisi aktif permukaan. Pada waktu rendah, peningkatan persentase penyerapan CV dan CR tersedia karena situs aktif dari permukaan adsorben masih kosong. Saat waktu kontak naik, adsorpsi zat warna mengalami penurunan karena adsorben sudah jenuh dan difusi pori melambat. Selain itu, ikatan antara gugus fungsi pada permukaan adsorben dan molekul zat warna lebih lemah. Waktu kontak adsorpsi yang lebih lama menyebabkan perpindahan molekul zat warna yang lebih tinggi sehingga tumbukan antara molekul adsorbat dan adsorben lebih besar (Said *et al.*, 2014)

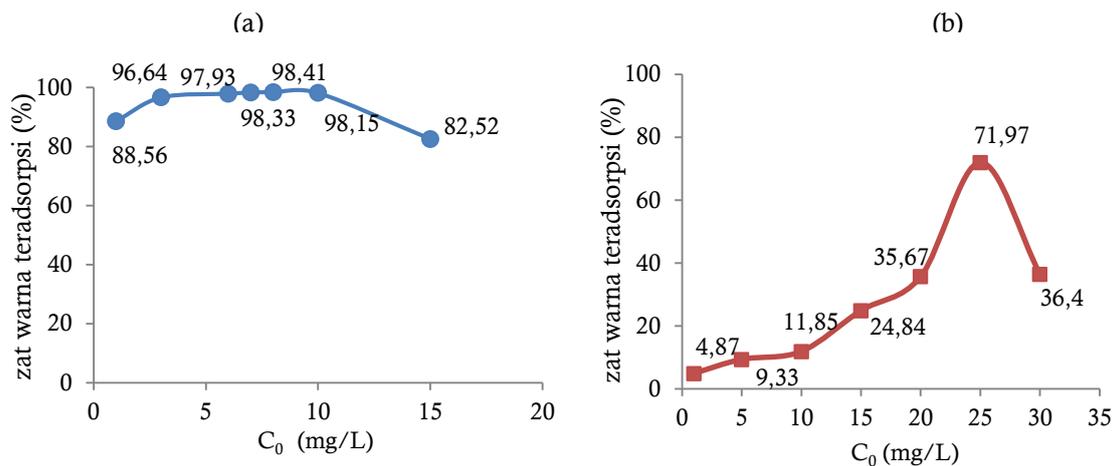
Hasil pengaruh pH terhadap persentase adsorpsi larutan CV dan CR disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan pH dengan persentase CV dan CR teradsorpsi

Hasil pengaruh pH terhadap persentase adsorpsi larutan CV dan CR disajikan pada Gambar 5 yang menunjukkan adsorpsi optimum CV dan CR terjadi pada pH 5 dengan masing-masing adsorpsi yaitu 95,33% dan 65,56%. Adsorpsi CV terus mengalami peningkatan pada pH asam (pH 2-5). Namun, pada pH basa (pH 6-7) mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh bentuk zwitter ion dari CV dalam air, kemungkinan meningkatkan agregasi dari zat warna kation untuk membentuk sebuah bentuk molekuler yang lebih besar (dimer) sehingga molekul tersebut tidak dapat masuk ke dalam struktur pori dari permukaan adsorben (Arivoli *et al.*, 2010). Adsorpsi CR cenderung menurun seiring dengan meningkatnya pH (kondisi basa). Hal tersebut karena hadirnya ion OH^- dalam larutan akan berkompetisi dengan molekul anion CR pada sisi aktif penyerapan (Yang *et al.*, 2017). Selain itu, juga terjadi tolakan ion antara muatan negatif pada permukaan adsorben dengan molekul zat warna anion (Gao *et al.*, 2011).

Hasil pengaruh konsentrasi awal terhadap persentase adsorpsi larutan CV dan CR disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan konsentrasi awal dengan persentase (a) CV dan (b) CR teradsorpsi

Pada Gambar 6 menunjukkan persentase adsorpsi CV dan CR terus meningkat seiring bertambahnya konsentrasi awal larutan. Zat warna CV dan CR masing-masing teradsorpsi optimum pada konsentrasi 8 mg/L dan 25 mg/L sebesar 98,41% dan 71,97%. Hal ini karena peningkatan konsentrasi zat warna dapat menyebabkan meningkatnya daya dorong adsorbat sehingga banyak molekul zat warna yang terserap (Ambarsari *et al.*, 2010). Akan tetapi, jika konsentrasi larutan zat warna terus meningkat maka situs aktif yang terdapat pada permukaan adsorben akan penuh ditempati oleh molekul zat warna sehingga kemampuan adsorpsinya akan menurun (Irannajad *et al.*, 2016).

Simpulan

Hasil karakteristik karbon aktif ampas tahu (KAAT) dilihat dari beberapa parameter uji yaitu kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, dan kadar karbon telah memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 tentang standar kualitas arang aktif. Daya serap iod (DSI) sebesar 628,76 mg/g, hasil tersebut belum memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 yaitu minimal 750 mg/g. Namun, adanya gugus fungsi P=O dan P-O-C pada uji FTIR meningkatkan muatan negatif pada permukaan KAAT. Oleh karena itu, jumlah zat warna kation CV yang terserap lebih banyak dibandingkan anion CR dilihat dari pengaruh waktu kontak, pH dan konsentrasi awal larutan.

Daftar Pustaka

- Ambarsari, L.P., I. Ulfin & N. Widiastuti. 2010. *Adsorpsi Metilen Biru dengan Abu Dasar PT. Ipmomi Probolinggo Jawa Timur dengan Metode Kolom*. Paper. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- Arivoli, S., M. Hema, S. Parthasarathy & N. Manju 2010. Adsorption Dynamic of Methylene Blue by Acis Activated Carbon. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2(5): 626-641
- Bansai, R.C., & Goyal, M. 2005. *Activated Carbon Adsorption*. Boca Raton: Taylor Francis Group
- Basseri, J.R., P.N. Palanisamy & P.Sivakumar. 2012. Preparation and Characterization of Activated Carbon from Thevetia peruviana for the Removal of Dyes from Textile Waste Water. *Journal Advance in Applied Science Research*, 3(1): 377-383
- Benadjemia, M., L. Milliere, L. Reinert, N. Benderdouche, & L. Duclaux. 2011. Preparation, Characterization and Methylene Blue Adsorption of Phosphoric Acid Activated Carbons from Globe Arthicoke Leaves. *Journal Fuel Processing Technology*, 26(2): 1203-1212
- Esterlita, M.O., & Herlina, N. 2015. Pengaruh Penambahan Aktivator $ZnCl_2$, KOH , dan H_3PO_4 dalam Pembuatan Karbon Aktif dari Pelelepah Aren (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1): 47-52
- Gao, J.F., Yang, H., Xin, L., Gui, X.W., Shu, Y.W., & Yong, Z.P. 2011. Application of Soybean Residue (Okara) as a Low-Cost Adsorbent for Reactive Dye Removal from Aqueous Solution. *Journal of Environmental and Energy Engineering*, 8789
- Hartini, L., Yulianti, E., & Mahmudah, R. 2014. Karakterisasi Karbon Aktif Teraktivasi NaCl dari Ampas Tahu. *Jurnal ALCHEMY*, 3(2): 145-153

- Idrus, R., Boni, P.L., & Yoga, S.P. 2013. Pengaruh Suhu Aktivasi terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Jurnal Prima Fisika*, 1(1): 50-55
- Irannajad, M., H.K. Haghghi, & H.K. Soleimanipour. 2016. Adsorption of Zn^{2+} , Cd^{2+} , and Cu^{2+} on Zeolites Coated by Manganese and Iron Oxides. *Journal Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 52(2): 894-908
- Jumaeri, E. Kusumastuti, S.J. Santoso & Sutarno. 2017. Adsorption of Crystal Violet Dye using Zeolite Synthesized from Coal Fly Ash. *IOP Conference Science: Materials Science and Engineering*, 172
- Jumaeri, S.J. Santoso & Sutarno. 2018. Adsorption of Congo Red Dye on HDTMA Surfactant-Modified Zeolite a Synthesized from Fly Ash. *Journal Engineering and Innovative Material VI, Defect and Diffusion Forum*, 382: 307-311
- Li, S., Dan, Z., Kejuan, L., Yingyan, Y., Zhongfang, L., & Zhenya, Z. 2013. Soybean Curd Residue: Composition, Utilization, and Related Limiting Factors. *Review Article ISRN Industrial Engineering*, 2013(423590): 1-8
- Mall, I.D., Srivastava, V.C., Agarwal, N.K., & Mishra, I.M. 2005. Removal of Congo Red from Aqueous Solution by Bagasse Fly Ash and Activated Carbon: Kinetic Study And Equilibrium Isotherm Analyses. *Chemosphere*, 61(3): 492-501
- Manocha, S.M. 2003. Porous Carbons. *Article in Sadhana*, 28(1 & 2): 335-348
- O'Neil, M.J. 2001. *The Merck Index: An Encyclopedia of Chemical, Drugs, and Biological*, 13th ed. New York: Merck & Co. Inc
- Prasetyo, Y. & Harun, N. 2013. Penentuan Konsentrasi $ZnCl_2$ pada Proses Pembuatan Karbon Aktif Tongkol Jagung dan Penurunan Konsentrasi Surfaktan Linier *Alkyl Benzene Sulphonate* (LAS). *UNESA Journal of Chemistry*, 2(3): 231-235
- Sahara, E., Wahyu, D.S., & I Putu, A.S.M. 2017. Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumar (*Tagetes Erecta*) yang Diaktivasi dengan H_3PO_4 . *Jurnal Kimia*, 11(1): 1-9
- Said, A., M.S. Hakim, & Y. Rohyani. 2014. The Effect of Contact Time and pH Methylene Blue Removal by Volcanic Ash. *International Conference on Chemical, Biological and Environmental Science*, Malaysia: Kuala Lumpur
- Sych, N.V., S.I. Trovimenko, O.I. Poddubnaya, M.M. Tsyba, V.I. Sapsay, D.O. Klymchuk, & A.M. Puziy. 2012. Porous Structure and Surface Chemistry of Phosphoric Acid Activated Carbon from Corncob. *Journal Applied Surface Science*, 26(1): 75-82
- Yakout, S.M. & El Deen, G.S. 2016. Characterization of Activated Carbon Prepared by Phosphoric Acid Activation of Olive Stones. *Arabian Journal Chemistry*, 9(12): 1155-1162
- Yang, G., L. Wu, Q. Xian, F. Shen, J. Wu, & Y. Zhang. 2017. Removal of Congo Red and Methylene Blue from Aqueous Solutions by Vermicompost-Derived Biochars. *Journal PLOS One Tenth Anniversary*, 11(7): 1-11
- Zhu, G.Z., X.L. Deng, M. Hou, K. Sun, Y.P. Zhang, P. Li, & F.M. Liang, 2016. Comparative Study on Characterization and Adsorption Properties of Activated Carbon by Phosphoric Acid Activation from Corncob and Its Acid and Alkaline Hydrolysis Residues. *Journal Fuel Processing Technology*, 14 (4): 255-261