E-ISSN: 3025-0994
Halaman 420-426
Volume 1 Nomor 4 Tahun 2023

Adsorpsi Monokomponen dan Bikomponen Zat Pewarna Metil Jingga dan Fenol oleh Karbon Aktif Cangkang Buah Karet (Hevea Brasiliensis)

Muhammad Rois Abdillah[1], Buhani[2]

[1]Program Studi Pascasarjana Pendidikan MIPA, Universitas Indraprasta PGRI
[2]Program Studi Kimia, Universitas Lampung
e-mail: muhammadroisabdillah@gmail.com

Abstrak

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan dan karakterisasi adsorpsi karbon aktif dari cangkang buah karet. Tahap pembuatan melalui aktivasi fisika yang dilanjutkan pada aktivasi kimia dan proses karakterisasi. Aktivasi fisika dilakukan dengan suhu tinggi, aktivasi fisika-kimia dilakukan pengeringan dalam oven pada suhu tinggi. Karbon aktif hasil sintesis dilakukan analisis proksimat dan dikarakterisasi menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) untuk mengetahui morfologi permukaannya. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi pada permukaan karbon aktif. Hasil akhir adsorbat dikarakterisasi dan dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui perubahan gugus fungsi. Uji adsorpsi pada karbon aktif terhadap metil jingga dan fenol dilakukan dengan pengujian ph dan waktu kontak optimum untuk mengetahui model kinetika dan konsentrasi adsorbat optimum untuk mengetahui pola isoterm adsorpsi. Hasil analisis proksimat menunjukkan nilai kadar air dan kadar zat menguap pada CAP lebih sedikit daripada CAPC. Sedangkan nilai kadar abu dan kadar karbon terikat pada CAP lebih banyak daripada CAPC.

Kata kunci: *karbon aktif, karakterisasi, adsorpsi*

Abstract

In this research, the manufacture and characterization of activated carbon adsorption from rubber fruit shells has been carried out. The manufacturing stage is through physical activation, followed by chemical activation and the characterization process. Physical activation was carried out at a hight tempeature, physico-chemical activation was carried out by drying in an oven at a hight temperature. The synthesized activated carbon was analyzed proximately and characterized using a Scanning Electron Microscope (SEM) to determine its surface morphology. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) to determine the functional groups on the surface of activated

carbon. The final result of the adsorbate was characterized and analyzed using a UV-Vis Spectrophotometer to determine changes in functional groups. The adsorption test on activated carbon against methyl orange and phenol was carried out by testing the pH and optimum contact time to determine the kinetics model and the optimum adsorbate concentration to determine the pattern of adsorption isotherms.

Keywords: *carbon active, characterization, adsorption*

LATAR BELAKANG

Pencemaran lingkungan sebagai salah satu masalah yang perlu diketahui karena dampaknya yang dapat merusak keseimbangan ekosistem . Pencemaran lingkungan dapat terjadi karena banyaknya zat pencemar di lingkungan. Zat-zat pencemar dapat berasal dari berbagai bidang industri, salah satunya yaitu industry tekstil. Pada hakikatnya perindustrian sebagai salah satu bidang yang menyokong perekonomian Indonesia namun dalam prakteknya bidang industri justru menjadi salah satu penghasil terbesar zat pencemar lingkungan (Buhani et al., 2015).

Industri tekstil sebagai salah satu industri yang paling banyak menghasilkan limbah cair hasil dari proses pewarnaan. Zat warna metil jingga sering digunakan dalam proses pewarnaan pada berbagai industri tekstil, industri plastik dan keramik. Zat warna metil jingga termasuk zat warna azo yang bersifat toksik dan memiliki intensitas yang tinggi di perairan. Oleh karena itu, sebelum limbah industri dibuang diperairan diperlukan pengolahan terlebih dahulu. Ada beberapa metode untuk menghilangkan limbah cair yaitu adsorpsi, fotodegradasi, penukaran ion dan lain-lain. Diantara metode tersebut adsorpsi menjadi pilihan karena ekonomis dan efisien. Adsorben yang dibutuhkan agar dapat menyerap zat warna dari limbah industri tersebut harus memiliki sifat seperti luas permukaan yang besar, dan diameter pori kecil (Buhani et al., 2015).

Fenol sebagai limbah cair yang berasal dari indutri tekstil, farmasi, Kesehatan, perekat, kimia, cat dan sebagainya. Fenol sebagai komponen dalam air limbah yang sangat berbahaya, karena beracun dan bersifat korosif terhadap kulit serta karsinogenik. Senyawa fenol dapat menimbulkan rasa dan bau tidak sedap dan pada konsentrasi nilai tertentu akan menyebabkan kematian organisme di perairan serta merusak rantai makanan. Senyawa fenol dapat mengalami bioakumulasi dan biomagnifikasi oleh organisme perairan (akuatik), fenol dapat masuk ke dalam tubuh melalui air minum dan makanan yang berasal dari organisme akuatik.

Beberapa cara penghilangan zat warna dan senyawa organic dapat dilakukan secara kimia, fisika, biologi ataupun gabungan dari ketiganya. Pengolahan limbah cair secara fisika dapat dilakukan dengan cara adsorpsi, filtrasi dan sedimentasi. Adsorpsi dilakukan dengan penambahan adsorben seperti karbon aktif atau sejenisnya. Filtrasi dilakukan dengan cara pemisahan padat-cair melalui suatu alat penyaring(filter).

Sedimentasi merupakan proses pemisahan padat-cair dengan cara mengendapkan partikel tersuspensi dengan adanya gaya gravitasi (Buhani, 2009).

Metode adsorpsi sering digunakan dalam penyerapan limbah cair. Metode ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan metode lain seperti prosesnya lebih sederhana, biaya relatif murah, ramah lingkungan, tidak ada efeksamping zat beracun, dan menawarkan fleksibilitas dalam desain operasi seperti adsorbennya dapat digunakan kembali (Buhani et al., 2015).

Proses adsorpsi oleh karbon aktif sebagai pendekatan fundamental yang paling efisien dan menjanjikan dalam proses pengolahan air limbah. Penggunaan teknologi adsorpsi dalam pengolahan air limbah masih merupakan proses yang mahal, terutama karena mahalnya biaya adsorben. Karbon aktif komersial diproduksi untuk menghasilkan sifat permukaan yang presisi dan akurasi tinggi, tetapi membutuhkan proses reaktivasi dan regenerasiyang rumit. Proses seperti itu sering menyebabkan degradasi sifat adsorpsi karbon, yang selanjutnya mempengaruhi kelangsungan ekonomi operasi. Akibatnya, diperlukan adsorben berbiaya rendah untuk penggunaan skala besar dalam proses dekontaminasi air. Metode adsorpsi merupakan metode yang paling banyak digunakan karena memiliki efisiensi yang tinggi. Selain itu, adsorpsi juga memiliki keunggulan lainnya seperti biaya yang relatif murah, metode yang lebih sederhana, bersifat ramah lingkungan serta tidak adanya efek samping yang beracun (Buhani et al., 2017).

METODE PENELITIAN

Proses aktivasi secara fisika dilakukan dengan cara menimbang karbon yang telah diayak 100 mikron kemudian dibakar dalam tanur pada suhu 700^{o}C selama 1 jam. Kemudian di dinginkan dalam desikator hingga suhunya stabil dan diperoleh karbon aktif fisika (CAP). Karbon aktif hasil aktivasi fisika diambil sebanyak 20 g lalu direndam dalam 40 mL larutan H_3PO_4 10% selama 24 jam. Selanjutnya karbon aktif disaring dan dicuci dengan akuades hingga pH 6 dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100^{o}C selama 1 jam dan didinginkan dalam desikator hingga suhunya stabil diperoleh karbon aktif fisika-kimia (CAPC).

Pengukuran kadar air total dilakukan dengan metode termogravimetri (metode oven). Sampel sebanyak 1 g ditimbang pada cawan yang sudah diketahui bobotnya lalu dikeringkan pada oven suhu 105^{o}C selama 3 jam. Setelah itu didinginkan dalam eksikator dan ditimbang hingga diperoleh bobot tetap. Perhitungan kadar air diperoleh dengan membandingkan bobot sampel sebelum dikeringkan dan bobot yang hilang setelah dikeringkan dikali 100%.

Pengukuran kadar abu total dilakukan dengan metode drying ash. Sampel sebanyak 1 g ditimbang pada cawan yang sudah diketahui bobotnya. Lalu diarangkan di atas nyala pembakaran dan diabukan dalam tanur pada suhu 650^{o}C hingga pengabuan sempurna. Setelah itu didinginkan dalam deksikator dan ditimbang hingga diperoleh bobot tetap. Perhitungan kadar abu dilakukan dengan membandingkan berat abu dan berat sampel dikali 100%.

Cawan *crucible* kosong beserta tutupnya terlebih dahulu dipijarkan di dalam tanur selama 30 menit, didinginkan dan ditimbang (M1 g), kemudian ditimbang dengan teliti sebanyak 1 g sampel ke dalam cawan kosong tersebut (M2 g). Cawan selanjutnya ditutup dan dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu 900^{o}C selama 15 menit, didinginkan selama 30 menit dan ditimbang (M3 g).nKadar karbon terikat *(fixed carbon)* dihitung dari 100 % berat awal dikurangi dengan kadar air karbon aktif, dikurangi kadar abu karbon aktif, dikurangi kadar zat menguap.

Karbon aktif cangkang buah karet sebagai adsorben yang telah diaktivasi fisika dan kimia dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui morfologi permukaannya. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi pada permukaan karbon aktif. Hasil akhir adsorbat dikarakterisasi dan di analisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui perubahan gugus fungsi.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Hasil Preparasi Sampel Cangkang Buah Karet (A) Karbon Cangkang Buah Karet Kasar (B)

Pada **Gambar 1** proses karbonisasi menyebabkan terjadinya penguraian bahan-bahan organik baik bahan baku dan pengotor yang menimbulkan terbentuknya pori-pori. Tujuan dilakukan beberapa perlakuan seperti penghalusan arang adalah untuk memperkecil ukuran partikel karbon aktif, sehingga pusat aktif yang ada di permukaannya (pori- pori) menjadi semakin besar, yang menyebabkan adsorbat yang terserap semakin banyak, lalu perlakuan pengayakan bertujuan untuk menyegeramkan

dan menghomogenkan ukuran karbon aktif yang telah dihasilkan dalam proses penggilingan.



Gambar 2. Kiri *(Carbon Activation Physical),* Kanan *(Carbon Activation Physical Chemical*)

Pada **Gambar 2** proses pembakaran bertujuan untuk membuka pori-pori karbon yang masih tertutup oleh pengotor yang tersisa dari proses karbonisasi. Pemilihan suhu pada proses aktivasi ini berdasarkan pada penelitian yang dilakukan bahwa pada suhu 700°C yang digunakan untuk aktivasi fisika merupakan suhu optimum yang dapat menghasilkan karbon aktif yang memiliki kadar adsorpsi optimum untuk menyerap adsorbat.

Hasil yang dapat diamati terlihat perbedaan struktur fisik karbon aktif yang lebih basah dan lembab pada CAPC (karbon aktif fisika kimia). Asam fosfat (H_3PO_4) mendegradasi molekul organik pada saat karbonisasi serta mengurangi zat pengotor pada karbon sehingga dapat menghasilkan karbon aktif dengan jumlah lebih banyak dan mampu menghambat laju oksidasi dan melindungi karbon dari suhu yang tinggi.

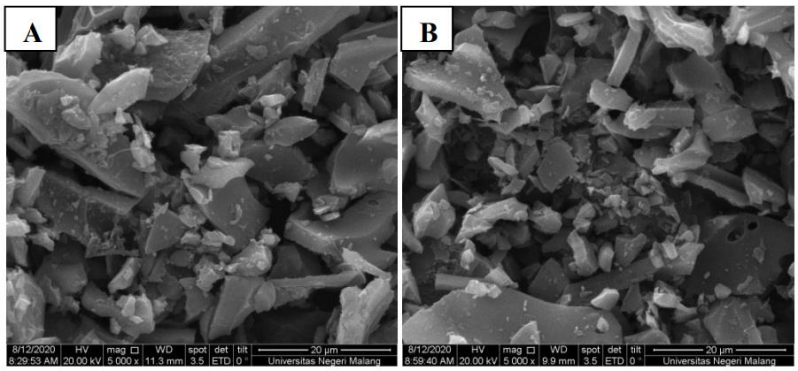
Penentuan analisis proksimat telah dilakukan untuk mengetahui kadar air, kadar abu, kadar zat menguap dan kadar karbon terikat pada karbon aktif cangkang buah karet yang telah diaktivasi. Adapun hasil dari analisis proksimat karbon aktif cangkang buah karet terdapat pada **Tabel 1**

Tabel 1. Hasil analisis proksimat

Parameter	SNI %	CAP %	CAPC %
Kadar Air	Minimum 15	0,467	4,736
Kadar Abu	Minimum 10	3,451	2,926
Kadar Zat Menguap	Minimum 25	14,673	15,328
Kadar Karbon terikat	Minimum 65	81,409	77,01

Hasil pada **Tabel 1** terlihat nilai kadar air dan kadar zat menguap pada CAP lebih sedikit daripada CAPC. Sedangkan nilai kadar abu dan kadar karbon terikat pada CAP lebih banyak daripada CAPC. Pada adsorben molekul yang mudah mengikat air seperti selulosa dan lignin yang terdapat dalam cangkang buah karet jumlahnya semakin menurun. Hal ini terjadi seiring meningkatnya suhu operasi yang digunakan karena pada saat karbonisasi molekul-molekul organik semakin banyak yang terurai menjadi molekul yang sederhana. Tingginya suhu dan lamanya waktu karbonisasi memicu teroksidasinya sebagian besar zat volatil termasuk pula karbon dalam bentuk gas oksida. Sedangkan abu tidak ikut teroksidasi karena bukan merupakan zat volatil.

Karakterisasi dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* yang dirangkai dengan *Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX)



Gambar 3. Mikrogaf permukaan adsorben pada perbesaran 5000x (A) Karbon aktivasi fisika (B) Karbon aktivasi fisika kimia

Hasil analisis **Gambar 3** memberikan gambaran secara terperinci mengenai morfologi permukaan, yaitu spesifik pada partikel karbon dan pori pada permukaan karbon aktif. Bentuk permukaan pori sebagai faktor yang berperan didalam kemampuan suatu adsorben untuk mengadsorpsi. Pori-pori pada karbon aktif CAP dan CAPC telah meningkatkan kemampuan mengadsorpsi adsorbat karena pori tersebut merupakan celah yang memeperluas permukaaan karbon aktif. Terlihat kedua permukaan sama-sama memiliki banyak pori-pori setelah diperbesar.

SIMPULAN

Aktivasi karbon aktif melalui aktivasi fisika (CAP) dan aktivasi fisika kimia (CAPC) telah berhasil dilakukan yang dibuktikan dengan munculnya pita serapan pada CAP dan CAPC yang menunjukkan adanya gugus fungsi hidroksi (O-H) dengan

ditandai vibrasi ulur. Proses karbonisasi dan aktivasi juga telah membentuk ikatan C=C aromatik. Model kinetika adsorpsi CAP dan CAPC terhadap metilen jingga dan fenol cenderung mengikuti model kinetika pseudo orde dua. Isoterm adsorpsi monokomponen dan bikomponen metil jingga dan fenol oleh CAP dan CAPC cenderung mengikuti model *isoterm freundlich*.

DAFTAR PUSTAKA

Buhani, D. Herasari, Suharso, and S. D. Yuwono. 2017. Correlation of Ionic Imprinting Cavity Sites on the Amino-Silica Hybrid Adsorbent with Adsorption Rate and Capacity of Cd2+ Ion in Solution. Oriental Journal of Chemistry. 33(1):418-429.

Buhani, Narsito, Nuryono, and E. S. Kunarti. 2009. Amino and Mercaptosilica Hybrid for Cd(II) Adsorption in Aqueous Solution. Indonesia Journal of Chemistry. 9(2):170-176.

Buhani, Narsito, Nuryono, Kunarti, E.S and Suharso. 2014. Adsorption Competition of Cu(II) Ion in Ionic Pair and Multi-Metal Solution by Ionic Imprited Amino-Silica Hybrid Adsorbent. Desalination and Water Treatment. 1-13.

Buhani, Narsito, Nuryono, E. S. Kunarti, and Suharso. 2015. Adsorption Competition of Cu(II) Ion in Ionic Pair and Multi-Metal Solution by Ionic Imprinted Amino-Silica Hybid Adsorbent. Desalination and Water Treatment. 55(5):1240-1252.

Buhani and Suharso. 2006. The Influence of pH Towards Multiple Metal Ion Adsorption of Cu(II), Zn(II), Mn(II), and Fe(II) on Humic Acid. Indonesian Journal of Chemistry. 6(1):43-46.

Buhani dan Suharso. 2010. Modifikasi Silika dengan 3- Aminopropil trimetoksisilan melalui Proses Sol Gel untuk Adsorpsi Ion Cd(II) dari Larutan. Jurnal Sains MIPA Universitas Lampung. 8(3):177- 183.

Buhani, Suharso, and A.Y. Fitriyani. 2013. Comparative Study of Adsorption Ability of Ni(II) and Zn(II) Ionic Imprinted Amino-Silica Hybrid Toward Target Metal in Solution. Asian Journal of Chemistry. 25(5):2875-2880.

Buhani, Suharso, H. Satria. 2011. Hybridization of Nannochloropsis sp Biomass- Silica through Sol-Gel Process to Adsorb Cd(II) Ion in Aqueous Solutions. European Journal of Scientific Research. 51(4):467-476.

Buhani, Suharso, and Sumadi. 2010. Adsorption Kinetics and Isotherm of Cd(II) Ion on Nannochloropsis sp Biomass Imprinted Ionic Polymer. Desalination. 259(1-3):140-146.