

**ABU CANGKANG BUAH KETAPANG (*Terminalia catappa*)
SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU**

Agnes Rezky Siahaan¹, Muhdarina², Nurhayati²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Kimia FMIPA-Universitas Riau

²Dosen Kimia Fisika Jurusan Kimia FMIPA-Universitas Riau

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

Kampus Binawidya, Pekanbaru, 28293, Indonesia

agnesrezky3@gmail.com

ABSTRACT

Ketapang (*Terminalia catappa*) fruit shell belong to an organic waste which is a source of carbon compounds derived from cellulose, hemicellulose and lignin. This study utilized ketapang fruit shell waste in the environment Riau University campus to be converted into ashes. Ash was obtained by calcined at a temperature of 700 °C (CBK-700) and 800 °C (CBK-800) for 1 hour. Furthermore, ash was used as an biosorbent of methylene blue in following parameters variation; contact time (15, 30, 45 and 60 minutes), dosage of adsorbent (0,5; 1; 2 and 3 g) and initial concentration of adsorbate (10, 15, 20, 25, 30, 40 and 50 ppm). Result of the research showed that adsorption of methylene blue by ketapang fruit shell occurred in optimum condition of contact time 15 minutes, dosage of adsorbent 0,5 g and initial concentration of adsorbate 50 ppm. Ketapang fruit shell ash was given the adsorption capacity value against methylene blue were 5,1030 mg g⁻¹ for CBK-700 and 5,0280 mg g⁻¹ for CBK-800. Difference of calcination temperature wasn't give a large difference against adsorption capacity of methylene blue.

Keywords : Ash, ketapang fruit shell, methylene blue

ABSTRAK

Cangkang buah ketapang (CBK) termasuk sampah organik yang merupakan sumber karbon karena mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Penelitian ini memanfaatkan limbah CBK yang ada di lingkungan kampus Universitas Riau untuk dikonversi menjadi abu. Abu diperoleh dengan cara mengkalsinasi cangkang buah ketapang pada suhu 700 °C (CBK-700) dan 800 °C (CBK-800) selama 1 jam. Abu selanjutnya digunakan sebagai biosorben terhadap zat warna metilen biru dengan mengamati variasi parameter berikut; waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit), berat adsorben (0,5; 1; 2 dan 3 g) dan konsentrasi awal adsorbat (10, 15, 20, 25, 30, 40 dan 50 ppm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum adsorpsi metilen biru oleh abu CBK terjadi pada waktu pengontakan 15 menit, berat adsorben 0,5 g dan konsentrasi awal adsorbat 50 ppm. Abu cangkang buah ketapang memberikan nilai daya jerap terhadap metilen biru sebesar 5,1030 mg g⁻¹ untuk CBK-700 dan 5,0280 mg g⁻¹ untuk CBK-800. Perbedaan suhu kalsinasi tidak banyak memberikan perbedaan terhadap daya jerap metilen biru.

Kata kunci : Abu, cangkang buah ketapang, metilen biru

PENDAHULUAN

Pohon ketapang (*Terminalia catappa*) merupakan tumbuhan yang tersebar luas di daerah tropis dan prsisir utama di sepanjang pantai sebagai tempat naungan. Pohonnya tahan terhadap angin, uap garam dan menyimpang kadar garam yang cukup tinggi pada bagian akarnya. Selain tumbuh secara liar di daerah pantai, pohon ketapang sering ditanam sebagai pohon peneduh di dataran rendah (Thomson dan Evans, 2006).

Tanaman ini tersebar dari Sumatera sampai Papua dan dapat tumbuh pada dataran rendah sampai dataran tinggi, di hutan primer maupun sekunder, hutan campuran *Dipterocarpaceae*, hutan rawa, hutan pantai, hutan jati atau sepanjang sungai. Buah ketapang adalah buah berbiji dengan panjang 5-7 cm dan lebarnya 3-5,5 cm, pada awalnya hijau, kemudian kuning dan akhirnya merah kecoklatan ketika matang, berisi biji tunggal. Bijinya dilapisi kulit atau cangkang yang keras. Buah ketapang yang memiliki lapisan gabus dapat terapung-apung di air sungai dan laut hingga berbulan-bulan sebelum tumbuh di tempat yang cocok. Kulit terluar dari bijinya licin dan ditutupi oleh serat yang mengelilingi biji tersebut (Damayanti, 2011).

Di lingkungan kampus Universitas Riau banyak ditanami pohon ketapang yang menyebar hampir di seluruh bagian kampus. Tanaman ketapang menggugurkan daun dan buah setiap hari, tetapi paling banyak gugur pada musim kemarau sehingga menghasilkan limbah biomassa yang dapat mencemari lingkungan. Limbah biomassa yang merupakan sampah organik ini merupakan sumber karbon yang berasal dari senyawa selulosa, hemiselulosa dan lignin sehingga berpotensi digunakan sebagai material biosorben (Supartini, 2009).

Pada penelitian ini bagian buah ketapang yang akan dimanfaatkan adalah cangkang. Cangkang buah ketapang memiliki tekstur yang keras dan sulit

terdegradasi dibandingkan dengan kulit, serabut dan biji sehingga memiliki komposisi kimia yang lebih banyak. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Surest dkk (2009) telah memanfaatkan bagian cangkang ketapang untuk diubah sebagai bahan baku karbon aktif. Penelitian tersebut melaporkan bahwa suhu karbonisasi optimum buah ketapang terjadi pada 500 °C dengan menggunakan aktivator HCl 0,3 M selama waktu perendaman 24 jam. Karbon aktif dari cangkang tersebut telah memenuhi syarat mutu karbon aktif menurut SNI No. 0258-88 dengan kadar air 9,26%, kadar abu 8,23% dan daya serap terhadap iodium 813,493 mg g⁻¹.

Penelitian ini akan memanfaatkan keberadaan unsur-unsur tersebut melalui langkah kalsinasi pada suhu 700 °C dan 800 °C selama 1 jam sehingga diperoleh abu. Pemilihan suhu tersebut mengacu kepada kondisi kalsinasi sekam padi (Riapanitra dkk, 2012) dan tulang kambing (Fitryani, 2014). Keduanya melaporkan bahwa suhu kalsinasi bahan baku abu berada pada rentang suhu 600-900 °C.

Abu cangkang buah ketapang hasil kalsinasi digunakan untuk penjerapan zat warna metilen biru. Metilen biru merupakan salah satu pencemar organik yang bersifat *non biodegradable*, karena terdapat gugus benzena yang sulit didegradasi. Bila memungkinkan untuk didegradasi pun akan membutuhkan waktu yang lama. Senyawa dengan gugus benzena bersifat karsinogenik dan mutagenik, sehingga limbah cairnya harus diuraikan terlebih dahulu (Maria dkk., 2007).

Adsorpsi adalah suatu proses penyerapan komponen dari suatu fase cair berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben) oleh ikatan fisika dan kimia. Dalam adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorben. Adsorbat adalah substansi yang terserap atau substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorben merupakan suatu media penyerap (Webar, 1972).

Dalam penelitian ini akan dikaji beberapa parameter yang berpengaruh pada proses adsorpsi pewarna metilen biru yaitu waktu kontak adsorpsi, berat adsorben dan konsentrasi awal metilen biru.

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah ayakan ukuran 120 dan 200 mesh, lumpang dan alu, krusibel, desikator, *furnace* (*VulcanTM seri A-130*), *shaker waterbath* (SIBATA-120), neraca analitik (*Mettler Toledo AL 204*), oven (*Heraeus Instrument*), *centrifuge* (Centromix), Spektrofotomer UV-Vis (*UV mini – 1240 Shimadzu*) dan alat-alat gelas lain. Bahan yang digunakan adalah metilen biru, akuades, dan limbah cangkang buah ketapang (*Terminalia catappa*) yang diambil di dalam kawasan lingkungan Universitas Riau.

b. Preparasi Sampel

Sampel berasal dari buah-buah ketapang yang baru gugur yang diambil di dalam kawasan Universitas Riau. Buah berwarna coklat dikupas dari kulit dan serabutnya untuk mendapat cangkang ketapang, sedangkan biji dalam cangkang ketapang tersebut dibuang. Sampel dicuci dengan air sebanyak 3 kali pengulangan dan dikering anginkan. Sampel dihancurkan sampai berbentuk keping-keping (ukuran cangkang menjadi lebih kecil). Sampel dimasukkan kedalam 5 buah krusibel yang terbuka. Pengabuan sampel dilakukan dengan kalsinasi di dalam *furnace* dengan variasi suhu 700 °C dan 800 °C dengan waktu 1 jam. Sampel yang sudah dikalsinasi ditimbang kembali dan disimpan dalam desikator. Cangkang hasil kalsinasi dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 120 - 200 mesh sehingga diperoleh bubuk abu cangkang buah ketapang (CBK). Selanjutnya disimpan dalam plastik dan dimasukkan dalam desikator untuk menjaga

kelembapannya. Bubuk cangkang buah ketapang (CBK) terkalsinasi diuji daya jerapnya melalui adsorpsi metilen biru.

c. Adsorpsi metilen biru oleh abu cangkang buah ketapang

1. Variasi waktu kontak

Abu cangkang buah ketapang (CBK-700) dengan berat 1 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 50 mL larutan metilen biru 10 ppm. Campuran tersebut diaduk menggunakan *shaker waterbath* dan kecepatan 120 rpm pada suhu kamar 30 °C dengan variasi waktu 15, 30, 45 dan 60 menit. Kemudian larutan hasil pengadukan disentrifugasi selama ± 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Setelah itu filtrat didiamkan ± 30 menit. Setelah bioarang mengendap, diambil sejumlah filtrat dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer Visible dengan tiga kali pengulangan. Cara yang sama dilakukan untuk sampel adsorben abu CBK-800.

2. Variasi berat adsorben dan konsentrasi awal metilen biru

Abu cangkang buah ketapang (CBK-700) dengan variasi berat, yaitu 0,5, 1, 2 dan 3 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 50 mL larutan metilen biru dengan variasi konsentrasi 5, 10, 15, 20 dan 25 ppm. Campuran tersebut diaduk menggunakan *shaker waterbath* pada suhu kamar 30 °C dan kecepatan 120 rpm selama waktu kontak optimum. Kemudian larutan hasil pengadukan disentrifugasi selama ± 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Setelah itu filtrat didiamkan ± 30 menit. Setelah bioarang mengendap, diambil sejumlah filtrat dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer Visible dengan tiga kali pengulangan. Cara yang sama dilakukan untuk sampel adsorben abu CBK-800.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel

yang digunakan untuk menghitung jumlah adsorbat yang diadsorpsi per unit massa adsorben (q_e) dan % adsorpsi.

$$q_e = (C_o - C_e) \frac{V}{M} \dots\dots\dots (1)$$

$$\% \text{ adsorpsi} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \dots\dots (2)$$

dengan q_e merupakan jumlah adsorbat terserap per massa padatan pada kesetimbangan (mg g^{-1}), C_o merupakan konsentrasi awal larutan (mg L^{-1}), C_e merupakan konsentrasi larutan pada kesetimbangan (mg L^{-1}), m merupakan massa adsorben (g) dan v merupakan volume larutan metilen biru (L).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengaruh variasi waktu kontak

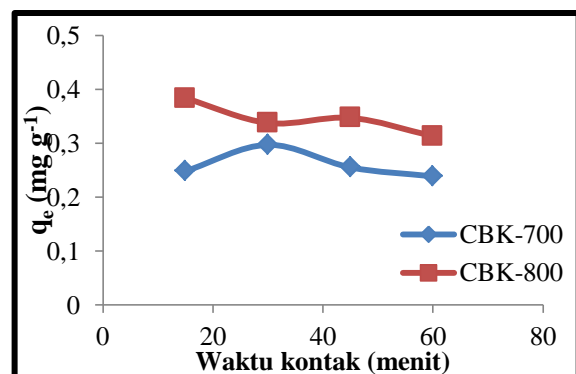
Pengaruh waktu kontak merupakan salah satu faktor penting dalam proses penjerapan karena selama waktu kontak tertentu terjadi interaksi antara adsorben dan adsorbat. Pada penelitian ini, lama waktu kontak divariasikan mulai dari 15, 30, 45 dan 60 menit.

Proses adsorpsi metilen biru oleh CBK dilakukan pada konsentrasi awal 10 mg L^{-1} dengan massa adsorbat 1 g dan kecepatan pengadukan 120 rpm, serta variasi waktu kontak yaitu 15, 30, 45 dan 60 menit. Pada penelitian ini, kedua abu (CBK-700 dan CBK-800) memiliki perbedaan kecepatan pencapaian keadaan optimum. Hal itu dapat ditunjukkan pada Tabel 1. sehingga diperoleh grafik pada Gambar 1 yang menunjukkan hubungan antara kapasitas penjerapan metilen biru terhadap waktu kontak.

Pada CBK-700 keadaan optimum penjerapan dicapai pada waktu kontak 30 menit, sedangkan CBK-800 kondisi optimum penjerapan terjadi pada kontak 15 menit. Pada kondisi optimum penjerapan menyatakan telah mencapai kesetimbangan antara metilen biru yang dijerap oleh permukaan adsorben dan jumlah metilen

biru yang tersisa dalam larutan. Pada keadaan ini permukaan adsorben telah mengikat metilen biru secara maksimal atau telah jenuh. Pada waktu kontak 15-30 menit, CBK-700 mengalami kenaikan daya jerap dan setelah keadaan optimum mengalami penurunan daya jerap pada waktu kontak 45-60 menit, sedangkan untuk CBK-800 dari waktu kontak 15-30 menit terjadi penurunan dan mengalami kenaikan kembali pada waktu kontak 45-60 menit tetapi tidak lebih tinggi dari daya jerap pada waktu kontak optimum.

Penurunan kemampuan adsorpsi setelah waktu kontak optimum terjadi karena metilen biru yang telah teradsorpsi akan lepas kembali ke dalam larutan sampel sehingga konsentrasi larutan metilen biru yang tidak teradsorpsi menjadi lebih besar. Pada awal adsorpsi, situs aktif pada permukaan abu terbuka seutuhnya untuk metilen biru. Jumlah yang diadsorpsi pada permukaan biosorben merupakan proses berkesetimbangan, sebab laju peristiwa adsorpsi disertai dengan terjadinya desorpsi. Pada awal reaksi, peristiwa adsorpsi lebih dominan dibandingkan dengan peristiwa desorpsi, sehingga adsorpsi berlangsung cepat.



Gambar 1. Daya jerap abu cangkang buah ketapang terhadap zat warna metilen biru berdasarkan lama waktu kontak.

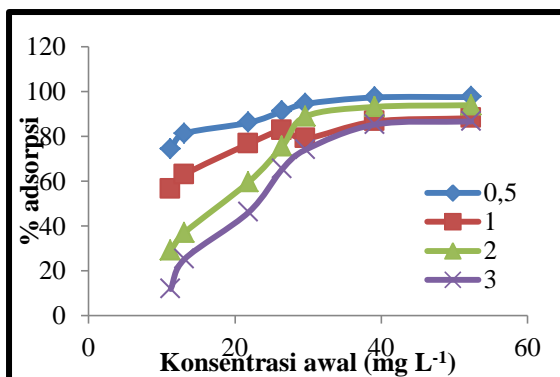
a. Pengaruh variasi berat adsorben dan konsentrasi awal metilen biru

Hasil kajian pengaruh berat adsorben dan konsentrasi metilen biru oleh

abu dari limbah cangkang buah ketapang (CBK-700 dan CBK-800) dapat dilihat dalam Gambar 2. dan Gambar 3.

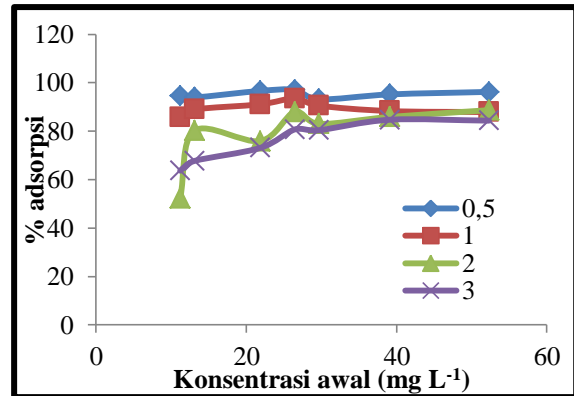
Kemampuan penjerapan abu terhadap metilen biru semakin meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi awal adsorbat tetapi mengalami penurunan seiring dengan kenaikan berat adsorben. Semakin tingginya konsentrasi adsorbat, maka banyaknya adsorbat yang terjerap adsorbat yang terjerap oleh adsorben akan semakin besar.

Pada penelitian ini, kapasitas penjerapan tertinggi yang diperoleh adalah pada berat adsorben 0,5 g dan konsentrasi adsorbat 50 ppm untuk CBK-700 dan CBK-800 dengan kapasitas adsorpsi CBK-700 lebih besar ($5,1030 \text{ mg g}^{-1}$) daripada CBK-800 ($5,0280 \text{ mg g}^{-1}$).



Gambar 2. Efektifitas penjerapan abu CBK-700 terhadap zat warna metilen biru berdasarkan pengaruh konsentrasi adsorbat dan berat adsorben.

Peningkatan kapasitas adsorpsi pada abu dengan meningkatnya konsentrasi metilen biru disebabkan karena semakin banyaknya jumlah metilen biru yang terdapat dalam larutan sehingga perpindahan ion-ion metilen biru pada permukaan abu akan semakin banyak pula. Bahri dkk (2011) melaporkan bahwa jumlah kation yang teradsorpsi pada adsorben akan bertambah jika jumlah kation yang terdapat dalam larutan bertambah.



Gambar 3. Efektifitas penjerapan abu CBK-800 terhadap zat warna metilen biru berdasarkan pengaruh konsentrasi adsorbat dan berat adsorben.

Perbedaan suhu kalsinasi oleh abu cangkang buah ketapang (CBK-700 dan CBK-800) pada proses penjerapan mempengaruhi kapasitas adsorpsi terhadap metilen biru. CBK-700 memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih baik yaitu $5,1030 \text{ mg g}^{-1}$ daripada CBK-800 yang memiliki kapasitas adsorpsi $5,0280 \text{ mg g}^{-1}$.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa abu cangkang buah ketapang hasil kalsinasi pada variasi suhu $700 \text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $800 \text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam memiliki kondisi optimum pada waktu kontak 15 menit, berat adsorben 0,5 g dan konsentrasi metilen biru 50 ppm. Kemampuan penjerapan terhadap metilen biru yang diperoleh CBK-700 dan CBK-800 berturut-turut adalah $5,1031 \text{ mg g}^{-1}$ dan $5,0280 \text{ mg g}^{-1}$. Hal ini dapat disimpulkan bahwa CBK-700 memiliki kapasitas yang lebih baik daripada CBK-800.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Riset Sains Material dan Laboratorium Riset Geokimia dan Mineralogi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia

Universitas Riau beserta stafnya. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bahri, S., Muhdarina, Nurhayati dan Andiyani, F. 2011. Isoterm dan Termodinamika Adsorpsi Kation Cu^{2+} Fase Berair pada Lempung Cengar Terpilar. *Jurnal Natur Indonesia*. 14: 7-13.

Fitryani, R. 2014. Prodi Teknik Kimia- Universitas Negeri Semarang. Kemampuan Serapan Abu Tulang Kambing Terhadap Variasi Konsentrasi Ion Sulfat. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru.

Damayanti, A. 2011. Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Biji Ketapang. *Jurnal Kompetensi Teknik*. 3(1): 41-46

Maria C. P., Mu'nisatun S., Rany, S. dan Djoko, M. 2007. Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 340 keV/10 mA. *JFN*. 1(1): 31-44.

Riapanitra, A., Setyaningtyas, T. dan Riyani, K. 2012. Penentuan Waktu Kontak dan pH Optimum Penyerapan Metilen Biru Menggunakan Abu Sekam Padi. *Skripsi*. Jurusan Kimia MIPA Unsoed, Purwokerto.

Supartini. 2009. Komponen Kimia Kayu Meranti Kuning (*Shorea Macrobalanos*). *Jurnal Penelitian Depterokapra*. 3(1): 43-50.

Surest, A. H., Permana, I. dan Wibisono, R. G. 2009. Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Biji Ketapang. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Palembang.

Thomson, L.A.J. dan Evans, B. 2006. *Terminalia catappa (Tropical almond) Ver. 2.2. Species Profiles for Pasific Island Argoforestry*. www.traditionaltree.org. Diakses pada 05 Februari 2016.

Webar. 1972. *Adsorption in Heterogenes Aqua in System*. Jaour, AWWA.