

BIOARANG LIMBAH DAUN KETAPANG (*Terminalia catappa* L.) SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU DALAM LARUTAN BERAIR

Asnifa Yully¹, Muhdarina², Nurhayati²

¹Mahasiswa Program S1 Kimia

²Bidang Kimia Fisik Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

asnifayully@rocketmail.com

ABSTRACT

Terminalia catappa leaves waste is a biomass waste that can be found around campus of Riau University. After carbonization at various time at temperature of 300 °C, biocharcoal of *Terminalia catappa* leaves waste was used for the adsorption of methylene blue from aqueous solution. Parameters of contact time and concentration of the adsorbate were varied in order to determine the adsorption capacity. Water and ash content of biocharcoal of *Terminalia catappa* leaves waste were also identified. The results showed that the adsorption methylene blue each of biocharcoal was 4,3478; 6,0024 and 5,1281 mg/g at the carbonization time 30, 60 and 120 minutes respectively, with the initial concentration of 40 ppm and the adsorption time is 15 minutes. Water content of biocharcoal of *Terminalia catappa* leaves with carbonization time of 30 minutes, 60 minutes and 120 minutes was 2,74%; 2,84% and 1,67% respectively, while the ash content was 14%; 13% and 15% respectively.

Keywords: biocharcoal, *Terminalia catappa* leaf waste, methylene blue adsorption

ABSTRAK

Limbah daun ketapang merupakan limbah biomassa yang banyak dijumpai di sekitar kampus Universitas Riau. Setelah melalui karbonisasi pada variasi waktu dengan suhu 300 °C, bioarang limbah daun ketapang diuji untuk proses adsorpsi metilen biru dari larutan berair. Parameter waktu kontak dan konsentrasi adsorbat dibuat bervariasi agar dapat ditentukan kapasitas adsorpsinya. Kadar air dan kadar abu bioarang limbah daun ketapang juga ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi metilen biru pada masing-masing bioarang sebanyak 4,3478; 6,0024 dan 5,1282 mg/g berturut-turut pada waktu karbonisasi 30, 60 dan 120 menit dengan konsentrasi awal metilen biru 40 ppm dan waktu adsorpsi 15 menit. Kadar air bioarang limbah daun ketapang dengan waktu karbonisasi 30 menit, 60 menit dan 120 menit berturut-turut

adalah 2,74%; 2,84% dan 1,67%; sedangkan kadar abu berturut-turut adalah 14%; 13% dan 15%.

Kata kunci : bioarang, limbah daun ketapang, adsorpsi metilen biru

PENDAHULUAN

Tanaman ketapang terdistribusi secara luas di Indonesia, meliputi daerah Sumatera sampai Papua. Ketapang ditanam sebagai pohon peneduh untuk perlindungan daerah pantai (Faisal, M. 2009), halaman, kebun, seperti halaman kampus Universitas Riau. Pohon ketapang mengalami waktu gugur dua kali dalam setahun (Alamendah, 2011). Daun-daun yang berguguran merupakan sampah organik yang akan berdampak pembusukan. Selain itu jika dibakar akan meningkatkan produksi CO₂ yang dapat mengganggu pernapasan bagi manusia.

Sampah organik dari tumbuh-tumbuhan merupakan sumber karbon seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin (Supatrin, 2009). Sampah organik dapat digunakan kembali jika diolah sedemikian rupa, misalnya menjadi pupuk, pengisi lubang biopori dan kerajinan tangan. Sampah organik dapat juga dikarbonisasi menjadi bioarang dan selanjutnya dapat diaplikasikan dalam proses biosorpsi dan sebagai bahan bakar briket (Mulyadi, dkk, 2013).

Biosorpsi dapat diartikan sebagai penghilangan logam, senyawa dan partikel dari larutan menggunakan materi biologi. Sebagian besar logam dapat diakumulasi secara bebas atau terikat pada proses metabolisme. Biomassa hidup dan mati serta produk seluler seperti polisakarida dapat digunakan untuk menghilangkan logam (Wang dan Chen, 2009). Salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber biosorben adalah

ketapang (*Terminalia catappa*). Biosorben dari daun ketapang dapat diperoleh tanpa aktivasi secara kimia maupun fisika seperti penelitian yang dilakukan oleh Rao, dkk (2010). Rao, dkk (2010) melaporkan bahwa serbuk daun ketapang dapat mengadsorpsi logam Cd(II) setelah dikeringkan di bawah sinar matahari selama dua minggu. Kapasitas adsorpsi Cd(II) meningkat dari 0,86 sampai dengan 13,79 mg/g dengan meningkatnya pH dari 2 sampai dengan 4.

Penelitian ini akan memanfaatkan limbah organik daun ketapang yang ada di lingkungan kampus Universitas Riau. Limbah daun ketapang dikarbonisasi di dalam *furnace* pada waktu dan suhu tertentu sampai diperoleh bioarang. Kemampuan adsorpsi bioarang limbah daun ketapang sebagai biosorben dipelajari dalam proses biosorpsi metilen biru dari dalam air. Kemampuan bioarang dalam proses biosorpsi didukung oleh karakter permukaan, di antaranya kadar air dan kadar abu, sehingga dalam penelitian kedua karakter tersebut juga ditentukan.

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, ayakan ukuran 100 – 200 mesh, oven (Heraeus Instrument), *furnace* (Optik Iuvmen system), timbangan analitik, desikator, krusibel, *shaker waterbath* (SIBATA-120), spektrometer UV-Vis (*UV-Vis*

Spectrophotometers SHIMADZU), serta alat – alat gelas lainnya.

Bahan yang digunakan adalah limbah daun ketapang (*Terminalia catappa.L:*) dari pohon ketapang yang ada disekitar lingkungan kampus Universitas Riau, yang selanjutnya diberi kode LDK. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah metilen biru dan akuades.

b. Prosedur Kerja

1. Preparasi bioarang

Sampel daun ketapang dibersihkan dan dikering-anginkan. Daun yang sudah kering dihaluskan menggunakan blender dan diayak dengan ayakan 100 – 200 mesh. Kemudian sebanyak 18 g sampel dimasukkan ke dalam krusibel. Proses karbonisasi dilakukan di dalam *furnace* pada suhu 300°C dengan variasi waktu 30 menit (K-30), 60 menit (K-60) dan 120 menit (K-120).

2. Penentuan kadar air dan kadar abu

Kadar air diukur dengan cara bioarang ditimbang seberat 1 g dan dimasukkan ke dalam krusibel yang telah dikeringkan, setelah itu dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 4 jam, kemudian bioarang didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai berat konstan. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

a : berat bioarang mula-mula (g)

b : Berat bioarang setelah dikeringkan (g)

Kadar abu ditentukan dengan cara bioarang ditimbang seberat 1 gram dimasukkan ke dalam krusibel yang telah diketahui beratnya. Lalu diabukan dalam *furnace* pada suhu 750 °C selama 6 jam. Bila seluruh arang telah menjadi abu, dinginkan dalam desikator lalu ditimbang hingga diperoleh bobot tetapnya.

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat arang mula}} \times 100\% \quad (2)$$

Kedua metode di atas mengacu pada penelitian Ramja, dkk (2008)

3. Adsorpsi metilen biru oleh bioarang limbah daun ketapang

i. Waktu kontak penjerapan

Sebanyak 0,1 g bioarang dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 20 mL larutan metilen biru 10 ppm, diaduk menggunakan *shaker waterbath* pada suhu 30 °C dan kecepatan 120 rpm dengan waktu yang bervariasi 5, 7, 10, 15 dan 20 menit. Kemudian larutan hasil pengadukan disentrifugasi selama ± 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Setelah itu filtrat didiamkan ± 30 menit. Setelah arang mengendap, diambil sejumlah filtrat dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer Visibel dengan tiga kali pengulangan.

ii. Konsentrasi metilen biru

Teknik pengamatan tahap ini sama dengan poin i dengan waktu optimum yang sesuai. Variasi konsentrasi metilen biru yang dipilih adalah 10, 15, 20, 25, 30, 40 dan 50 ppm. Untuk menentukan kapasitas adsorpsi bioarang LDK mengikuti model Langmuir (Rao dan Prabhakar, 2012).

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_{\max} b} + \frac{C_e}{Q_{\max}} \quad (3)$$

Keterangan :

- q_e : Jumlah adsorbat yang teradsorpsi (mg/g)
 Q_{\max} : Kapasitas adsorpsi maksimum adsorben terhadap adsorbat (mg/g)
 B : Konstanta kesetimbangan adsorpsi
 C_e : Konsentrasi adsorbat setelah mencapai kesetimbangan (mg/L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kadar Air dan Kadar Abu

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang tersisa pada bioarang setelah melalui proses karbonisasi. Penentuan kadar abu bertujuan untuk menentukan kandungan oksida logam bioarang. Abu merupakan komponen anorganik yang tertinggal setelah bahan yang telah dipanaskan pada suhu 600-800 °C dan terdiri dari kalium, natrium, magnesium, kalsium dan komponen lain dalam jumlah kecil (Ramja, dkk, 2008). Hasil uji kadar air dan kadar abu ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar air dan kadar abu bioarang limbah daun ketapang

Bioarang	Kadar air (%)	Kadar abu (%)
K-30	2,74	14
K-60	2,84	13
K-120	1,67	15

Kadar air meningkat dari waktu karbonisasi 30 menit sampai dengan 60 menit. Hal ini disebabkan pada saat

dilakukan pengeringan pori partikel bioarang K-60 terbuka lebih besar sehingga pengeringannya tidak maksimal. Tetapi pada K-120 kadar air menurun. Hal ini dipengaruhi oleh lamanya waktu karbonisasi sehingga partikelnya menjadi lebih kecil dan pengeringan lebih maksimal.

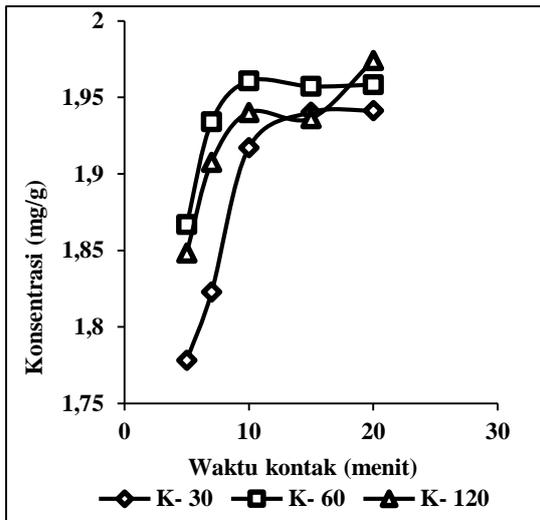
Kadar abu meningkat dengan meningkatnya waktu karbonisasi. Dihubungkan dengan kadar air, meskipun kadar air rendah pada karbonisasi paling lama (K-120), pada waktu yang sama kadar abu meningkat. Kadar abu yang besar dapat menurunkan kapasitas adsorpsi bioarang.

b. Adsorpsi Metilen Biru

1. Waktu kontak penjerapan

Jumlah metilen biru yang terjerap oleh setiap bioarang pada waktu kontak 15 dan 20 menit tidak jauh berbeda seperti ditunjukkan pada Gambar 1 oleh karena itu untuk efisiensi dipilih waktu 15 menit sebagai waktu kontak optimum penjerapan.

Menurut Gambar 1 terlihat adanya peningkatan tajam adsorpsi metilen biru pada setiap adsorben dalam rentang waktu 5-15 menit, karena pada tahap awal adsorpsi situs aktif yang tersedia pada adsorben masih kosong sehingga masih dapat berinteraksi dengan adsorbat. Peningkatan waktu selanjutnya menyebabkan situs aktif yang tersisa tinggal sedikit, akibatnya terjadi persaingan antara molekul adsorbat untuk menempati pori sehingga adsorpsi cenderung menurun. Jumlah metilen biru terjerap (mg/g) pada waktu 15 menit dengan waktu karbonisasi 30, 60 dan 120 menit masing-masing adalah 1,9403; 1,9571 dan 1,9362 mg/g.



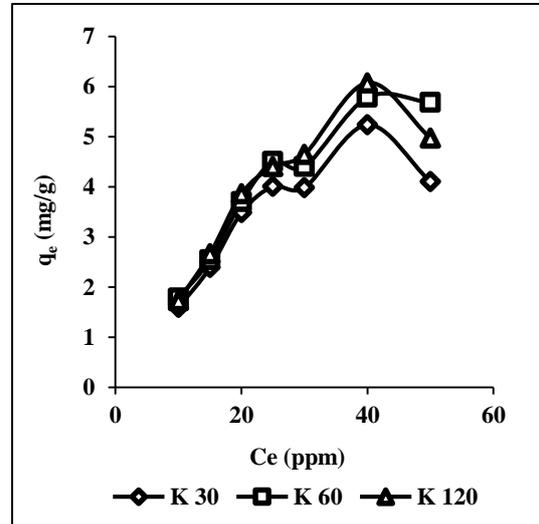
Gambar 1. Hubungan konsentrasi MB yang diserap oleh bioarang LDK terhadap waktu kontak

2. Variasi konsentrasi metilen biru

Jumlah metilen biru yang terjerap oleh setiap bioarang LDK pada variasi konsentrasi metilen biru, waktu kontak 15 menit ditunjukkan pada Gambar 2. Kemampuan adsorpsi metilen biru dari ke tiga adsorben tidak jauh berbeda pada setiap variasi konsentrasi metilen biru. Hal ini disebabkan oleh ukuran partikel yang sama pada setiap bioarang (100-200 mesh).

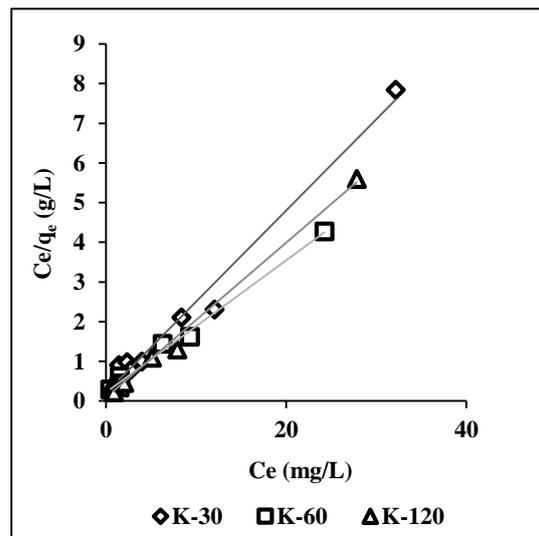
Menurut Gambar 2 dapat diketahui bahwa konsentrasi optimum penjerapan metilen biru ada pada konsentrasi 40 ppm. Pada tahap awal situs aktif adsorben masih kosong sehingga penjerapan meningkat tajam pada rentang 10-40 ppm. Peningkatan konsentrasi selanjutnya menyebabkan daya adsorpsi menurun karena konsentrasi adsorbat (metilen biru) tidak bisa berinteraksi dengan adsorben karena molekul-molekul adsorbat tidak dapat menempati situs aktif adsorben (bioarang). Jumlah metilen biru terjerap pada konsentrasi 40 ppm dengan waktu

karbonisasi 30; 60 dan 120 menit masing-masing adalah 5,2397; 5,7833 dan 6,0734 mg/g.



Gambar 2. Hubungan konsentrasi MB terserap oleh bioarang LDK terhadap konsentrasi MB mula

Kapasitas adsorpsi bioarang LDK ditentukan menggunakan persamaan (3). Kapasitas adsorpsi ditunjukkan pada Gambar 3 dan Tabel 2.



Gambar 3. Kurva hubungan antara C_e/q_e Vs C_e

Tabel 2. Kapasitas adsorpsi bioarang LDK (Q_{max})

Bioarang	Persamaan garis	Q_{max} (mg/g)
K-30	$C_e/q_e = 0,23C_e + 0,1995$	4,3478
K-60	$C_e/q_e = 0,1666C_e + 0,212$	6,0024
K-120	$C_e/q_e = 0,195C_e + 0,0887$	5,1282

Tabel 2 menunjukkan kapasitas adsorpsi terbesar dimiliki oleh bioarang K-60. Hal ini dapat dipengaruhi oleh rendahnya kadar abu dari bioarang K-60 dibandingkan dengan K-30 dan K-120.

KESIMPULAN

Limbah daun ketapang dapat dimanfaatkan sebagai biosorben pada proses adsorpsi. Kapasitas adsorpsi bioarang LDK terbesar pada K-30, K-60 dan K-120 adalah 4,3478; 6,0024 dan 5,1282 mg/g. Kapasitas adsorpsi tidak dipengaruhi oleh kadar air tetapi dipengaruhi oleh kadar abu. Semakin rendah kadar abu kapasitas adsorpsi semakin besar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada kepala dan laboran Laboratorium Riset Sains Material, Laboratorium Riset Geokimia dan Mineralogi dan Laboratorium Kimia Dasar Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah menyediakan fasilitas analisis, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

Alamendah. 2011. Pohon Ketapang. <http://alamendah.org/2011/04/15/pohon-ketapang-atau->

*terminalia-catappa*_Diakses tanggal 6 Juni 2013.

- Faisal, M., Nopriato, P., dan Amelia, R. 2009. Pengaruh Jenis Pelarut, Massa Biji, Ukuran Partikel Dan Jumlah Siklus Terhadap Yield Ekstraksi Minyak Biji Ketapang. *Jurnal Teknik Kimia*. 16(2): 28-34.
- Mulyadi, A. F., Dewi, I. A dan Dodo, P. 2013. Pemanfaatan Kulit Buah Nipah Untuk Pembuatan Briket Bioarang Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 14(1): 65-72.
- Rao, K.S. Anand, S. dan Venkateswarlu, P . 2010. Equilibrium and Kinetic Studies for Cd(II) Adsorption from Aqueous Solution on *Terminalia Catappa Linn* Leaf Powder Biosorbent. *Indian Journal of Chemistry Technology*, 17: 329-336.
- Rao, L.N. dan Prabhakar, G. 2012. Biosorption of Chromium Ions from Aqueous Solution by Using *Terminalia Catappa L.*: Equilibrium and Kinetic Studies. *Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology*.1(1): 41-52
- Ramdja, A. F., Halim, M. dan Handi, J. 2008. Pembuatan Karbon Aktif Dari Pelelah Kelapa (*Cocos nucifera*). *Jurnal Teknik Kimia*. 15(2): 1-8.
- Suharmanto, H. 2012. Tinjauan Studi Pembuatan Briket Arang dari Tempurung Kelapa. <http://harman.suharmanto.blogspot.com/2012/01>

/tinjauan-studi-pembuatan-briket-arang.html. Diakses 6 Februari 2014.

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

Wang, J dan Chen, C. 2008. Biosorbents for Heavy Metals Removal and Their Future. *Journal biotechadv*. 27(2009): 195-226.