

ARANG CANGKANG KETAPANG (*Terminalia catappa*) SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENGADSORPSI KATION Fe(III) DI DALAM LARUTAN

Nurul Adinda¹, Muhdarina², Amilia Linggawati²

¹Mahasiswa Program S1 Kimia FMIPA-Universitas Riau

²Dosen Jurusan Kimia FMIPA-Universitas Riau

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

Kampus Binawidya, Pekanbaru, 28293, Indonesia

nurul.adinda1995@gmail.com

ABSTRACT

Leaves and fruits of ketapang tree (*Terminalia catappa*) produce biomass waste in Riau University campus every day. On the other hand, biomass waste is carbon sources which could potentially be converted into charcoal. In this research, the waste of shell fruit of ketapang was carbonized at 500 °C for 15 minutes to produce ketapang shell charcoal (ACK). The adsorption ability of ACK has been studied using cation of Fe(III) with various of contact times (15, 30, 45 and 60 minutes), adsorbent dosages (0.5; 1; 2 and 3 g), and adsorbate concentrations (10, 15, 20, 25 and 30 ppm). The amount of Fe(III) adsorbed by the adsorbent was measured by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) and determined appropriate equilibrium model. The results showed that the optimum adsorption conditions of Fe(III) cation by ACK were at 15 minutes of contact time, 0.5 g of adsorbent dosage, and 30 ppm of adsorbate concentration with adsorption capacity of 2.2073 mg g⁻¹.

Keywords: Charcoal, waste of shell fruit from ketapang, Fe(III) cation.

ABSTRAK

Keberadaan pohon ketapang (*Terminalia catappa*) di lingkungan kampus UR setiap hari menghasilkan limbah biomassa yang berasal dari daun dan buah ketapang. Selain itu, limbah biomassa merupakan sumber karbon yang berpotensi diubah menjadi arang. Pada penelitian ini, limbah cangkang dari buah ketapang dikarbonisasi pada suhu 500 °C selama 15 menit, sehingga dihasilkan arang cangkang ketapang (ACK). Kemampuan adsorpsi dari ACK dipelajari menggunakan kation Fe(III) di dalam larutan dengan variasi waktu kontak kontak (15, 30, 45 dan 60 menit), berat adsorben (0,5; 1; 2 dan 3 g), dan konsentrasi adsorbat (10, 15, 20, 25 dan 30 ppm). Jumlah Fe(III) yang terjerap pada adsorben diukur menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS) dan ditentukan model kesetimbangan yang sesuai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum adsorpsi kation Fe(III) oleh ACK yaitu pada waktu kontak 15 menit, berat adsorben 0,5 g, dan konsentrasi adsorbat 30 ppm dengan kapasitas adsorpsi 2,2073 mg g⁻¹.

Kata kunci: Arang, limbah cangkang dari buah ketapang, kation Fe(III).

PENDAHULUAN

Ketapang (*Terminalia catappa*) merupakan tumbuhan yang tersebar luas di daerah tropis dan pesisir pantai, kerap ditanam sebagai pohon peneduh di taman atau pinggir jalan (Jnr dan Vicente, 2007). Tanaman ketapang ini banyak ditemui di lingkungan kampus Universitas Riau. Menurut hasil survei di lapangan oleh kelompok peneliti laboratorium riset sains material FMIPA Universitas Riau, jumlah pohon ketapang di lingkungan kampus Universitas Riau mencapai ± 300 batang, yang menyebar hampir di setiap fakultas. Tanaman ketapang menggugurkan buah dan daunnya yang sudah tua setiap hari dan paling banyak berguguran pada musim kemarau, sehingga dapat mengotori lingkungan atau menjadi sampah. Jika dibakar akan meningkatkan produksi CO₂ yang dapat mengganggu pernafasan manusia (Yully dkk., 2015). Sampah buah dan daun ketapang ini termasuk sampah organik yang merupakan limbah biomassa. Limbah biomassa merupakan sumber karbon yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben.

Daya jerap adsorben dapat ditingkatkan dengan cara karbonisasi. Karbonisasi berfungsi membuka situs aktif adsorben yang masih tertutupi oleh hidrokarbon dan senyawa organik lainnya. Yully (2015) telah membuat bioarang dari limbah daun ketapang yang dikarbonisasi pada suhu 300 °C dengan variasi waktu karbonisasi (30, 60 dan 120 menit). Nopitasari (2015) telah memanfaatkan bioarang dari daun ketapang yang dikarbonisasi pada suhu 300 °C dengan variasi waktu karbonisasi (0,5; 1 dan 2 jam) untuk adsorpsi kation

Cr(VI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penjerapan kation Cr(VI) terbesar adalah 83,35% terjadi pada waktu karbonisasi 0,5 jam. Bioarang daun ketapang yang digunakan Nopitasari (2015) juga dimanfaatkan oleh Sagala (2015) untuk adsorpsi kation Pb(II). Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase penjerapan kation Pb(II) terbesar pada waktu karbonisasi 1 jam, yaitu sebesar 98,81%.

Selain daun ketapang, buah ketapang juga merupakan limbah yang belum dimanfaatkan. Buah ketapang terdiri dari kulit luar, serabut, cangkang dan biji. Menurut pengamatan penulis, cangkang merupakan bahagian dari buah yang lebih lama terurai di alam dibandingkan kulit luar, serabut dan biji buah ketapang, sehingga kuantitas limbah cangkang ini lebih banyak. Cangkang buah ketapang memiliki kandungan yang sama dengan daun ketapang, yaitu oksida logam (Damayanti, 2011), selulosa, hemiselulosa dan lignin. Kandungan kimia dari cangkang buah ketapang, yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin inilah yang merupakan sumber karbon, sehingga cangkang buah ketapang juga berpotensi sebagai adsorben. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan cangkang buah ketapang menjadi adsorben untuk menyerap kation Fe(III).

Surest dkk. (2009) telah membuat arang aktif dari cangkang ketapang dengan variasi suhu karbonisasi (300, 400 dan 500 °C) selama 15 menit, menggunakan variasi aktivator (HCl, NaOH dan CaCl₂) dan variasi waktu aktivasi (20, 22 dan 24 jam). Hasil penelitian menunjukkan kondisi terbaik pembuatan arang aktif cangkang ketapang adalah pada suhu karbonisasi

500 °C, aktivator HCl dan waktu aktivasi selama 24 jam. Aktivasi kimia yang digunakan pada adsorben yang dilakukan Dewi (2015), Manullang (2015) dan Munawarah (2015), aktivatornya lepas dari adsorben dan bercampur dengan hasil adsorpsi. Upaya untuk menghindari hal tersebut, maka pada penelitian ini proses aktivasi hanya menggunakan aktivasi fisika. Cangkang buah ketapang dikarbonisasi pada suhu 500 °C selama 15 menit sehingga diperoleh arang cangkang ketapang.

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hotplate stirrer* (REXIM RSH-IDR L120), oven (Haraeus Instrument D-63450), *furnace* (Nabertherm tipe L31 R), krusibel, desikator (CSN Simax), pengaduk magnetik (Spinbar), AAS (Shimadzu AA-7000 Seri 306647 00085), ayakan 120 dan 200 mesh, *sentrifuge* (Centromix) dan peralatan gelas standar lainnya yang digunakan di laboratorium.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah buah (khususnya bagian cangkang) dari pohon ketapang yang ada di lingkungan kampus Universitas Riau, *aqua* DM dan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (Merck).

b. Prosedur Kerja

1. Persiapan dan Karbonisasi Arang

Sampel diambil dari buah ketapang yang sudah gugur (limbah) yang ada di lingkungan kampus Universitas Riau. Limbah buah ketapang dibersihkan dan dikering-anginkan. Buah yang sudah kering dipisahkan cangkang dengan

serabutnya, sampel yang digunakan adalah cangkang. Cangkang ketapang dimasukkan ke dalam krusibel dan dikarbonisasi. Karbonisasi menggunakan *furnace* pada suhu 500 °C selama 15 menit dengan kode sampel ACK. Sampel yang sudah dikarbonisasi ditimbang kembali dan disimpan dalam desikator. Sampel diayak dengan ayakan 120–200 mesh. Sampel siap diuji daya adsorpsinya.

2. Uji Daya Adsorpsi Arang

a. Waktu kontak

ACK dengan berat 1 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 50 mL larutan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 10 ppm, diaduk menggunakan *hotplate stirrer*, kecepatan pengadukan 120 rpm pada suhu kamar dengan variasi waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit. Kemudian larutan hasil pengadukan disentrifugasi selama ± 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm dan filtratnya diukur menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS). Jumlah kation Fe(III) yang teradsorpsi pada adsorben ditentukan dengan persamaan :

$$q_e = (C_o - C_e) \frac{V}{m} \quad (1)$$

Ket :

q_e = Jumlah adsorbat terjerap per massa padatan pada kesetimbangan (mg g^{-1})

C_o = Konsentrasi awal (ppm)

C_e = Konsentrasi setimbang (ppm)

m = Massa adsorben (g)

V = Volume larutan (L)

b. Berat adsorben dan konsentrasi adsorbat

ACK dengan variasi berat adsorben (0,5; 1; 2 dan 3 g) dimasukkan ke dalam

erlenmeyer dan ditambahkan 50 mL larutan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ dengan variasi konsentrasi (10, 15, 20, 25 dan 30 ppm) untuk masing-masing berat kemudian diaduk menggunakan *hotplate stirrer* (kecepatan pengadukan 120 rpm) dengan waktu kontak optimum pada suhu kamar. Larutan hasil pengadukan disentrifugasi selama ± 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm dan filtratnya diukur menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS).

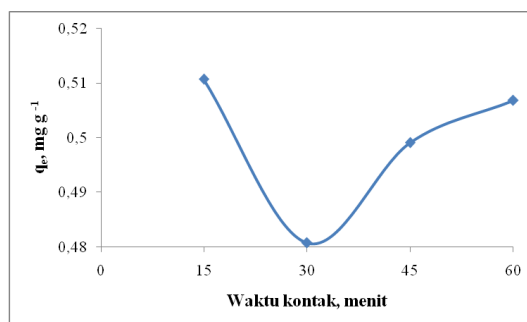
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan salah satu faktor penting dalam proses penjerapan karena selama waktu kontak tertentu terjadi interaksi antara adsorben dengan adsorbat. Interaksi tersebut dapat berupa interaksi fisika maupun kimia. Pada penelitian ini, waktu kontak divariasikan mulai dari 15, 30, 45 dan 60 menit. Tabel 1 menunjukkan pengaruh waktu kontak ACK terhadap $\text{Fe}(\text{III})$.

Tabel 1. Daya jerap ACK terhadap $\text{Fe}(\text{III})$ berdasarkan variasi waktu kontak ($C_o = 10$ ppm, $m = 1$ g, $v = 50$ mL)

Waktu kontak (menit)	q_e (mg g^{-1})		Persentase jerapan (%)	
	ACK-15	ACK-30	ACK-15	ACK-30
15	0,5107	0,4553	95,47	85,13
30	0,4808	0,4581	89,89	85,65
45	0,4991	0,4557	93,30	85,19
60	0,5068	0,4483	94,74	83,81



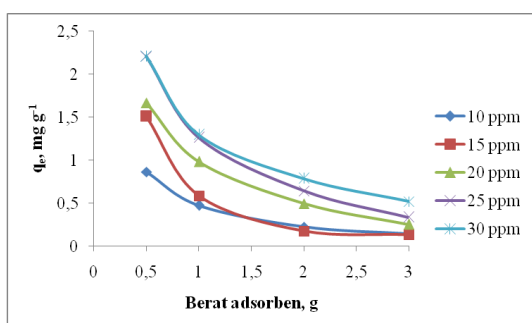
Gambar 1. Daya adsorpsi ACK terhadap kation $\text{Fe}(\text{III})$ berdasarkan variasi waktu kontak

Adsorpsi ACK terhadap $\text{Fe}(\text{III})$ dilakukan pada konsentrasi awal adsorbat 10 ppm dengan massa adsorben 1 g, serta variasi waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit. Berdasarkan Gambar 1 Kondisi optimum penjerapan ACK dicapai pada waktu kontak 15 menit. Pada kondisi adsorpsi tertinggi ACK, telah tercapai kesetimbangan antara $\text{Fe}(\text{III})$ yang dijerap oleh permukaan arang dan jumlah $\text{Fe}(\text{III})$ yang tersisa dalam larutan. Pada keadaan ini permukaan arang telah mengikat $\text{Fe}(\text{III})$ secara maksimal atau telah jenuh. Pada waktu kontak 15 ke 30 menit, ACK mengalami penurunan daya jerap terhadap $\text{Fe}(\text{III})$ namun pada waktu kontak 30 ke 60 menit mengalami kenaikan secara bertahap. ACK dengan waktu kontak tertinggi (15 menit) memiliki kapasitas adsorpsi $0,5107 \text{ mg g}^{-1}$.

b. Berat adsorben dan konsentrasi adsorbat

Berat adsorben dan konsentrasi adsorbat merupakan parameter penting dalam proses penjerapan. Penambahan berat adsorben dan konsentrasi adsorbat cenderung berpengaruh pada kapasitas adsorpsi. Gambar 2 menunjukkan hubungan antara kapasitas adsorpsi (q_e)

arang terhadap penambahan berat arang pada berbagai konsentrasi adsorbat.



Gambar 2. Daya adsorpsi ACK terhadap kation Fe(III) berdasarkan penambahan berat adsorben pada berbagai konsentrasi adsorbat

Semakin banyak massa adsorben dan semakin kecil konsentrasi adsorbat yang dikontakkan, kapasitas adsorpsinya semakin kecil. Semakin sedikit massa adsorben dan semakin besar konsentrasi adsorbat yang dikontakkan, kapasitas adsorpsinya semakin besar. Kapasitas adsorpsi tertinggi yang diperoleh dari penelitian ini pada berat arang 0,5 g dan konsentrasi Fe(III) 30 ppm dengan kapasitas adsorpsi 2,2073 mg g⁻¹. Jumlah adsorbat yang terjerap pada setiap berat adsorben sangat bergantung dari konsentrasi adsorbatnya.

Apabila arang tersebut sudah jenuh, maka konsentrasi Fe(III) tidak akan berubah lagi bahkan mengalami penurunan akibat terjadinya desorpsi. Hal ini karena terjadi kesetimbangan antara Fe(III) yang teradsorpsi dengan larutan Fe(III) yang tersisa. Peningkatan adsorpsi dengan meningkatnya konsentrasi Fe(III) disebabkan karena semakin banyaknya jumlah ion Fe(III) yang terdapat dalam larutan, sehingga perpindahan ion Fe(III) ke permukaan arang akan semakin banyak pula.

KESIMPULAN

Arang cangkang ketapang (ACK) berhasil dibuat melalui tahap karbonisasi pada suhu 500 °C selama 15 menit. ACK diuji daya adsorpsinya terhadap Fe(III). Kondisi optimum penjerapan Fe(III) oleh ACK yaitu pada waktu kontak 15 menit; berat adsorben 0,5 g; konsentrasi adsorbat 30 ppm dengan q_e 2,2073 mg g⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti, A. 2011. Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) Dari Biji Ketapang. *Jurnal Kompetensi Teknik*. 3(1) : 41–46.
- Dewi, N. O. M. 2015. Potensi Bubuk Biji Alpukat (*Persea americana* Mill) Sebagai Adsorben Ion Kadmium (II) dan Timbal (II) Dengan Aktivator H₂SO₄. *Skripsi*. UR, Pekanbaru.
- Jnr, M. H. and Vicente, L. 2007. Kinetic Study of Liquid-Phase Adsorptive Removal of Heavy Metal Ions by Almond Tree (*Terminalia catappa* L.) Leaves Waste. *Bull. Chem. Soc. Ethiop.* 21(3) : 349–362.
- Manullang, S. A. 2015. Potensi Arang Aktif Cangkang Bunga Pinus Sebagai Adsorben Ion Kadmium (II) dan Timbal (II) Dengan Aktivator H₂SO₄ Dalam Larutan. *Skripsi*. UR, Pekanbaru.
- Munawarah, S. 2015. Potensi Arang Aktif Biji Alpukat (*Persea americana* Mill) Sebagai Adsorben Ion Kadmium (II) dan

- Timbal (II) Dengan Aktivator H_2SO_4 . *Skripsi*. UR, Pekanbaru.
- Nopitasari, N. 2015. Bioarang Limbah Daun Ketapang (*Terminalia catappa Linn*) Sebagai Biosorben Untuk Penjerapan Cr(VI) Dalam Air : Kinetika dan Isotermis Adsorpsi. *Skripsi*. UR, Pekanbaru.
- Sagala, R. E. H. 2015. Bioarang Limbah Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) Sebagai Biosorben Untuk Penjerapan Kation Pb(II) Dalam Air : Kinetika dan Isotermis Adsorpsi. *Skripsi*. UR, Pekanbaru.
- Surest, A. H., Permana, I. dan Wibisono, R. G. 2009. Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Biji Ketapang. *Jurnal Teknik Kimia*. 1 : 1–11.
- Yully, A., Muhdarina dan Nurhayati. 2015. Bioarang Limbah Daun Ketapang (*Terminalia catappa L.*) Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru Dalam Larutan Berair. *JOM FMIPA*. 2(1) : 246–252.
- Yully, A. 2015. Karakterisasi Bioarang Limbah Daun Ketapang (*Terminalia catappa Linn*) : Pengaruh Waktu Karbonisasi. *Skripsi*. UR, Pekanbaru.