

KARAKTERISASI DAN UJI EFEKTIVITAS ARANG BAMBU SEBAGAI FILTER ASAP ROKOK

CHARACTERIZATION AND EFFECTIVENESS TEST OF BAMBOO CHARCOAL AS CIGARETTE SMOKE FILTER

Lukman Junaidi dan Hendra Wijaya

Balai Besar Industri Agro

e-mail: lukmanjunaidi@gmail.com

Diterima: 10 Juni 2013; Direvisi: 25 Juni – 14 November 2013; Disetujui: 28 November 2013

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti karakteristik arang bambu dan efektivitasnya sebagai penyaring asap rokok. Tahap penelitian meliputi pirolisis, karakterisasi dan pengujian efektivitas arang bambu sebagai filter asap rokok. Perlakuan yang diterapkan adalah jenis arang bambu Andong dan Betung serta ukuran partikel arang bambu 40, 60, dan 80 mesh. Karakterisasi arang bambu didasarkan pada uji daya serap benzene, khloroform dan yodium, sedangkan kemampuan penyerapan asap rokok didasarkan pada uji penyerapan tar dan nikotin. Hasil penelitian menunjukkan arang bambu Andong memiliki daya serap yodium dan nikotin yang lebih baik dibanding arang bambu Betung. Arang bambu Andong dan betung 60 mesh memiliki daya serap yodium masing-masing sebesar 18,72% dan 12,57%. Sementara filter rokok yang ditambah arang bambu Andong dan Betung dapat meningkatkan penyerapan nikotin masing-masing sebesar 45% dan 19%. Sedangkan untuk penyerapan benzene, khloroform, dan tar jenis arang bambu Andong dan Betung tidak memberikan pengaruh yang berbeda. Ukuran partikel arang bambu Andong dan Betung memberikan pengaruh yang sama terhadap daya serap tar dan nikotin. Semakin kecil ukuran partikel semakin efektif penyerapan tar dan nikotin.

Kata kunci: arang bambu, daya serap benzene, daya serap yodium, nikotin, tar

Abstract

The objective of this research was to investigate the bamboo charcoal characteristics and its effectiveness as a cigarette smoke filter. The research stages consist of pyrolysis, characterization and effectiveness test of bamboo charcoal as cigarette smoke filter. The treatments were type of bamboo charcoal namely Andong and Betung and particle size (40, 60 and 80 mesh). Characterization was based on benzene, chloroform and iodine adsorption, while effectiveness as cigarette smoke filter was based on tar and nicotine adsorption. The results showed bamboo charcoal Andong gave a higher iodine and nicotine adsorption compare to bamboo charcoal Betung. Iodine adsorption of bamboo charcoal Andong and Betung which 60 mesh size were 18.72% and 12.57% respectively. While cigarette filter added with bamboo charcoal Andong and Betung could increase nicotine adsorption up to 45% and 19% respectively. Particle size of Bamboo charcoal Andong and Betung had the similar effect on the tar and nicotine adsorption. The lower the particle size the higher the effectiveness.

Keywords: bamboo charcoal, iodine adsorption, nicotine adsorption, tar adsorption.

PENDAHULUAN

Arang bambu merupakan salah satu bentuk produk olahan bambu, yang bersifat *porous* dan memiliki kapasitas adsorpsi, pelindung elektromagnetik, dan emisi sinar infra merah, yang sangat baik (Shenxue, 2004). Arang bambu memiliki

berbagai jenis kegunaan, salah satu bentuk penggunaannya adalah sebagai adsorben. Arang bambu dapat digunakan sebagai adsorben karena strukturnya banyak mempunyai pori sehingga dapat menyerap bahan kimia yang mudah menguap (Kittinaovarat dan Suthamnoi, 2009). Arang bambu sangat

efektif untuk menyerap ion logam berat (Wang *et al.*, 2008), dan dapat dipergunakan untuk penanganan limbah organik pada perairan yang terpolusi (Ademiluyi *et al.*, 2009), serta sangat efektif untuk menyerap limbah bahan pewarna yang memiliki ukuran molekul besar (Kim *et al.*, 2008).

Arang bambu merupakan material dengan pori-pori kecil yang memiliki sifat adsorpsi yang sangat baik disebabkan luas permukaan spesifik yang sangat besar (Shenxue, 2004). Adsorpsi oleh arang bambu secara teoritis dikelompokkan menjadi adsorpsi fisik (*physical adsorption*) dan adsorpsi kimiawi (*chemical adsorption*). Adsorpsi fisik disebabkan oleh adanya daya tarik molekul (*van der Waals force*) antara adsorben dan adsorbat yang tidak merubah komposisi permukaan adsorben. Adsorpsi kimiawi terjadi karena ikatan kimia antara adsorben dan adsorbat dimana terjadi pertukaran dan transfer elektron yang menghasilkan penyusunan ulang atom dan pembentukan atau pemutusan ikatan kimia (Shenxue, 2004).

Asada *et al.*, (2006) telah melakukan penelitian daya adsorpsi arang bambu yang dikarbonisasi pada suhu 400°C, 700°C dan 1000°C, terhadap gas amonia. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa daya adsorpsi terbaik diperoleh dari arang bambu yang dikarbonisasi pada suhu 400°C dan diberi perlakuan asam sulfat. Li *et al.*, (2011) melakukan penelitian factor yang mempengaruhi adsorpsi amonium nitrogen pada air limbah menggunakan arang bambu. Hasil penelitian menyimpulkan daya adsorpsi maksimum adalah sebesar 1,17 mg/g pada suhu 25°C dan 0,91 mg/g pada suhu 40°C. Selanjutnya disimpulkan bahwa arang bambu dapat dengan mudah menyerap amonium nitrogen pada suhu rendah, dan kemampuan adsorpsi pada suhu sedang lebih efektif dibandingkan adsorpsi pada suhu tinggi.

Merokok diketahui dapat menyebabkan gangguan kesehatan akibat nikotin dari asap arus utama dan asap arus samping dari rokok yang

dihisap oleh perokok. Dengan demikian penderita tidak hanya perokok sendiri tetapi juga orang yang berada di lingkungan asap rokok atau disebut dengan perokok pasif (Vineis *et al.*, 2005).

Asap rokok mengandung sekitar 4000 senyawa yang sebagian besar dapat membahayakan kesehatan, antara lain: amida, asam karbosilat, aldehida, keton, phenol, amina, hidrokarbon, eter, nikotin, tar dan 3,4-benzopiren, karbon monoksida, karbon dioksida, nitrogen oksida, amonia, dan sulfur (Narkowicz *et al.*, 2012). Untuk mengurangi senyawa tersebut masuk ke paru-paru perokok perlu dilakukan penyaringan asap rokok menggunakan filter. Fungsi filter rokok dapat disempurnakan dengan menambahkan arang aktif bambu pada filter tersebut (Qisheng *et al.*, 2002).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik arang bambu dan efektivitasnya sebagai penyerap asap rokok.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang dipergunakan adalah arang bambu Andong, arang bambu Betung, rokok keretek filter, dan metanol p.a.

Peralatan yang digunakan meliputi: (1) Tungku Pirolisis Arang (kapasitas 10 kg) menggunakan unit produksi arang bambu di Laboratorium Proses BBIA (Pohan *et al.*, 2008) yang terdiri dari *kiln* (diameter 40 cm, tebal 6 mm, tinggi 60 cm, bahan *stainless steel*), tungku, pendingin, *thermocouple* (0-1200°C) dan tangki penampung vinegar; (2) *Disc mill* (untuk pengecilan ukuran arang), dan (4) ayakan dengan ukuran 40, 60, dan 80 mesh; (3) *Auto air sampler* (untuk penyerapan asap rokok) yang terdiri dari tabung *impinger*, pompa (dengan daya listrik 10 watt dan tenaga pompa 0,013 PK, alat pengukur kecepatan udara (*flow meter* merek Dwyer); dan (4) Spektrofotometer Perkin Elmer pada panjang gelombang maksimum 383,2 nm (untuk mengukur intensitas warna).

B. Metode Penelitian

1. Penelitian karakteristik arang bambu

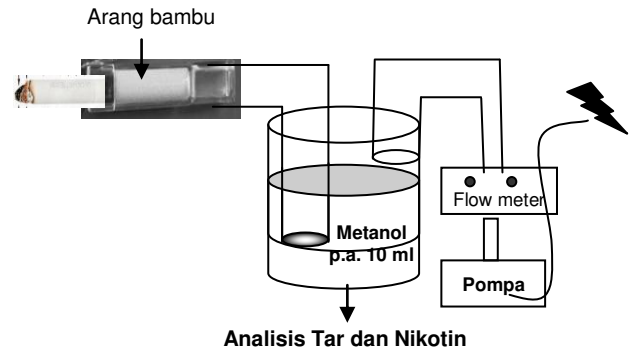
Penelitian karakteristik arang bambu yang akan dipergunakan dalam proses penyaringan asap rokok, dilakukan proses produksi arang bambu dari jenis bambu Betung dan bambu Andong. Arang bambu dihasilkan dengan menggunakan unit peralatan pembuatan arang (unit pirolisis) yang merupakan kegiatan pada "Penelitian Pendalaman Informasi Engineering Pembuatan Arang Bambu dan Bambu Liquor" (Pohan *et al.*, 2008). Arang bambu yang diperoleh kemudian digiling dengan ukuran 40, 60, dan 80 mesh, untuk digunakan sebagai penyaring asap rokok.

2. Penelitian uji efektivitas arang bambu sebagai filter asap rokok

Penelitian uji efektivitas arang bambu sebagai filter asap rokok dilakukan untuk mempelajari efektivitas penyaringan asap rokok oleh filter rokok yang ditambahi arang bambu, dengan perlakuan meliputi: jenis arang bambu (Andong dan Betung), ukuran partikel arang bambu (40, 60, dan 80 mesh) dan jumlah arang bambu yang ditambahkan pada filter rokok (0,06 g sampai 0,2 g). Uji coba penggunaan arang bambu untuk menyaring asap rokok dilakukan dengan menambahkan arang bambu ke dalam filter rokok. Cara pelaksanaannya dengan memotong filter rokok setengah bagian, kemudian arang bambu dengan jumlah yang bervariasi diisikan ke dalam rongga yang kosong antara tembakau dan filter rokok.

Untuk uji efektivitas arang bambu sebagai penyaring asap rokok, disiapkan 3 jenis perlakuan, yaitu rokok yang pada filternya dimasukkan: (1) arang bambu Betung, (2) arang bambu Andong, dan (3) blanko/tidak ditambahkan arang bambu. Ketiga perlakuan ditempatkan pada alat penghisap sebelum dilakukan pembakaran. Selanjutnya pompa hisap dinyalakan kemudian ujung rokok dibakar. Hasil hisapan disalurkan melewati larutan 10 ml metanol p.a, agar bahan yang terkandung dalam asap

rokok diserap dalam metanol. Rokok dibiarkan menyala sampai habis dan selanjutnya pompa hisap dimatikan. Adapun skema proses penyerapan asa perokok ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema proses penyerapan asap rokok

Analisis

Analisis yang dilakukan meliputi: (1) analisis untuk arang bambu terdiri dari: kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, karbon terikat, daya serap yodium, daya serap benzena (ASTM, 1999), daya serap kloroform (Abe *et al.*, 2001.), kandungan zat pada asap rokok yang larut pada metanol (CEN, 2004), kandungan tar (Coda *et al.*, 2004), dan kandungan nikotin (Susanna *et al.*, 2003); serta (2) analisis untuk asap rokok terdiri dari: kandungan total zat/partikel dalam asap rokok, kandungan tar, dan kandungan nikotin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Pirolisis Arang Bambu

Proses pirolisis arang bambu dilakukan sesuai dengan metode yang diuraikan dalam Pohan *et al.*, (2008). Suhu maksimum proses pembuatan arang bambu Andong adalah 800°C sedangkan suhu maksimum proses pembuatan arang bambu Betung adalah 580°C (Pohan *et al.*, 2008). Data proses dan hasil analisis proses pembuatan arang bambu ditunjukkan pada Tabel 1.

Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa rendemen proses pembuatan arang paling tinggi adalah proses pembuatan arang bambu Andong yaitu sebesar 21,84% sampai 23,50%.

Sedangkan rendemen proses pembuatan arang Betung hanya mencapai 17,73% sampai 19,38%. Pohan *et al.*, (2008) menyebutkan bahwa adanya perbedaan rendemen ini diakibatkan oleh ketebalan bambu dalam proses pembuatan arang.

Tabel 1. Proses pirolisis arang bambu

Tahap Proses	Jenis bambu	Waktu pirolisis (jam)	Berat bambu (kg)	Berat arang (kg)	Rendemen arang (%)
Ulangan ke-1	Betung	3,25	4,1	2,5	17,73
Ulangan ke-2	Betung	3,25	6	3,1	19,38
Ulangan ke-1	Andong	3,25	20	4,7	23,50
Ulangan ke-2	Andong	3,25	19	4,15	21,84

B. Karakterisasi Arang Bambu

Untuk mengevaluasi karakteristik arang bambu, dilakukan analisis berdasarkan parameter uji yang meliputi: kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, karbon terikat, daya serap benzena, daya serap kloroform, dan daya serap yodium, yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2. Hasil analisis arang bambu

No	Jenis Contoh	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Zat menguap (%)	Karbon terikat (%)
1	Arang Andong 40 mesh	6,80	6,80	9,32	83,89
2	Arang Betung 40 mesh	2,33	8,66	11,05	80,29
3	Arang Andong 60 mesh	6,80	6,80	9,32	83,89
4	Arang Betung 60 mesh	2,33	8,66	11,05	80,29
5	Arang Andong 80 mesh	6,80	6,80	9,32	83,89
6	Arang Betung 80 mesh	2,33	8,66	11,05	80,29

Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa kadar air arang bambu Andong lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air arang bambu Betung, untuk semua ukuran mesh arang bambu (40, 60, dan 80 mesh). Hal ini disebabkan oleh suhu proses pirolisis arang bambu Andong (800°C) lebih tinggi dari suhu proses pirolisis arang bambu Betung (580°C). Kadar air arang bambu Andong mencapai 6,80% sedangkan kadar air arang bambu Betung hanya 2,33%. Tingginya kadar air arang bambu Andong menjadi salah satu penyebab tingginya rendemen proses pembuatan arang bambu Andong dibandingkan dengan arang bambu Betung.

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa kadar abu dan kadar zat menguap arang bambu Betung lebih tinggi dibandingkan dengan arang bambu Andong. Kadar abu arang bambu Betung mencapai 8,66% dan kadar zat menguapnya mencapai 11,05%. Sedangkan kadar abu dan kadar zat menguap arang bambu Andong masing-masing 6,80% dan 9,32%. Perbedaan kadar abu dan kadar zat menguap pada arang bambu Betung dan arang bambu Andong disebabkan perbedaan suhu pirolisis. Peningkatan suhu pirolisis dari 300°C sampai 600°C menyebabkan terjadi penurunan drastis kadar zat menguap, dan akan cenderung konstan pada suhu pirolisis di atas 600°C (Shenxue, 2004).

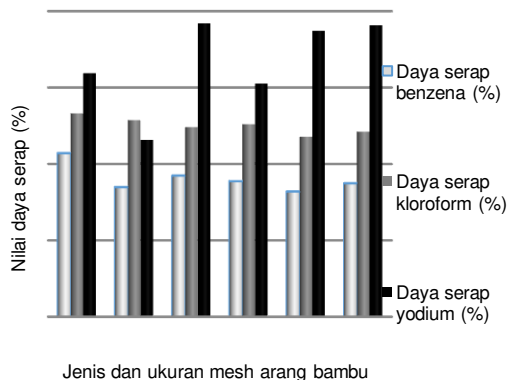
Kadar karbon terikat arang bambu Andong lebih tinggi dari arang bambu Betung. Karbon terikat arang bambu Andong mencapai 83,89% sedangkan arang bambu Betung hanya 80,29%. Shenxue (2004) menyebutkan bahwa perbedaan suhu pirolisis akan menghasilkan karbon terikat yang berbeda dan berkisar antara 60 – 93%. Suhu pirolisis maksimum untuk pembuatan arang bambu Andong mencapai 800°C sementara untuk pembuatan arang bambu Betung hanya mencapai 580°C (Pohan *et al.*, 2008).

1. Daya serap arang

Daya serap arang terhadap benzena, kloroform, dan yodium, merupakan parameter yang sangat penting dalam menentukan efektivitas arang dalam proses penyerapan. Semakin tinggi nilai daya serap arang terhadap benzena, kloroform, dan yodium, akan menyebabkan fungsi arang sebagai penyerap semakin baik. Secara grafik perbandingan hasil analisis daya serap arang bambu Andong dan arang bambu Betung terhadap benzena, kloroform, dan yodium ditunjukkan dalam Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat daya serap arang bambu Andong terhadap benzena dan kloroform relatif sama dengan daya serap arang bambu Betung yaitu berkisar antara 8,20% sampai 10,71% untuk daya serap

benzena, dan 12,10% sampai 13,30% untuk daya serap kloroform.



Gambar 2. Perbandingan daya serap arang bambu Andong dengan arang bambu Betung

Sedangkan untuk daya serap yodium, arang bambu Andong 40 mesh dan 60 mesh menunjukkan daya serap yang lebih tinggi yaitu 15,94% dan 18,72% dibanding arang bambu Betung 40 mesh dan 60 mesh yaitu 11,57% sampai 12,57%. Untuk arang bambu ukuran 80 mesh daya serap yodium arang bambu Andong relatif sama dengan arang bambu Betung yaitu sebesar 19%.

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa ukuran mesh arang bambu Andong dan Betung hanya memberikan pengaruh yang kecil terhadap daya serap benzena dan kloroform. Berdasarkan grafik pada Gambar 2 dapat diamati bahwa daya serap arang terhadap benzena dan kloroform paling tinggi dihasilkan oleh arang bambu Andong dan Betung dengan ukuran 40 mesh, dan paling rendah dihasilkan oleh arang bambu Andong dan Betung dengan ukuran 80 mesh. Daya serap arang bambu Andong 40 mesh terhadap benzena dan kloroform masing-masing sebesar 10,71% dan 13,31% lebih tinggi dibandingkan dengan daya serap arang bambu Andong 80 mesh terhadap benzena dan kloroform masing-masing sebesar 8,19% dan 11,79%. Sementara daya serap arang bambu Betung 40 mesh terhadap benzena dan kloroform masing-masing sebesar 8,49% dan

12,87% lebih tinggi dibandingkan dengan nilai daya serap arang bambu Betung 80 mesh terhadap benzena dan kloroform masing-masing sebesar 8,74% dan 12,11%.

Ukuran mesh arang bambu Andong dan Betung memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap daya serap yodium. Daya serap arang bambu terhadap yodium, paling tinggi dihasilkan oleh arang bambu Andong dan Betung dengan nilai mesh 80 dan paling rendah dihasilkan oleh arang bambu Andong dan Betung dengan nilai mesh 40. Nilai daya serap arang bambu Andong 80 mesh terhadap yodium sebesar 19,20% lebih tinggi dibandingkan dengan arang bambu Andong 40 mesh sebesar 15,94%. Sedangkan nilai daya serap arang bambu Betung 80 mesh terhadap yodium sebesar 19,08% lebih tinggi dibandingkan arang bambu Betung 40 mesh terhadap yodium sebesar 11,57%.

Dengan demikian dapat disebutkan bahwa nilai daya serap arang terhadap benzena dan kloroform berbanding terbalik dengan ukuran mesh arang bambu Andong dan Betung. Sebaliknya nilai daya serap arang terhadap yodium berbanding lurus dengan ukuran mesh arang bambu Andong dan arang bambu Betung.

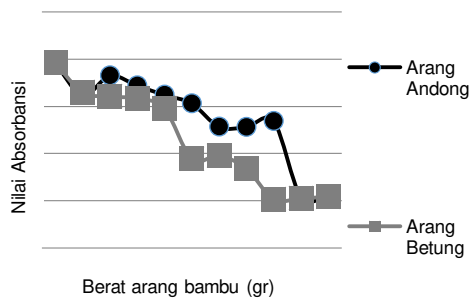
C. Uji Efektivitas Arang Bambu sebagai Penyaring Asap Rokok

Pengujian efektivitas arang bambu sebagai penyaring asap rokok didasarkan pada daya serap arang bambu terhadap: (1) kandungan zat pada asap rokok yang larut pada alkohol, (2) kandungan tar, dan (3) kandungan nikotin.

1. Kandungan zat pada asap rokok yang terserap dalam metanol

Untuk analisis jumlah zat pada asap rokok setelah melewati filter, dilakukan penyerapan asap rokok ke dalam 10 ml metanol. Jumlah zat yang terkandung dalam asap rokok tersebut dinyatakan dalam bentuk nilai absorbansi. Secara grafik hubungan antara jumlah zat dalam asap rokok yang terserap pada larutan metanol dengan jumlah arang bambu

Andong dan Betung pada filter rokok ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan nilai absorbansi dengan jumlah arang bambu Andong dan Betung sebagai penyerap asap rokok

Berdasarkan grafik Gambar 3 terlihat bahwa nilai absorbansi menurun dari 1,4587 menjadi 1,1180, dengan penggunaan filter arang bambu Andong sebanyak 0,0632 g. Nilai absorbansi terendah diperoleh dengan menggunakan filter arang bambu Andong berturut-turut sebanyak 0,1424 g, 0,1618 g, dan 0,1814 g, yaitu dengan nilai absorbansi masing-masing adalah: 0,7836; 0,8432; dan 0,0377.

Data pada Gambar 3 juga menunjukkan bahwa nilai absorbansi yang diperoleh dengan penggunaan filter arang bambu Betung sebanyak 0,0645 gakan menurun drastis dari 1,4587 menjadi 1,1498. Nilai absorbansi terendah diperoleh pada penggunaan filter arang bambu Betung berturut-turut sebanyak 0,1248 g, 0,1536 g, dan 0,1711 g, dengan nilai absorbansi yang diperoleh masing-masing adalah: 0,9777; 0,3397; dan 0,0249.

2. Tar dan nikotin

Kandungan tar dan nikotin dianalisis untuk menilai efektivitas filter rokok yang ditambahkan arang bambu Andong dan Betung. Analisis dilakukan terhadap asap rokok yang melewati filter dan terlarutkan dalam metanol. Data hasil analisis tar dan nikotin pada asap rokok yang melewati filter arang bambu ditunjukkan pada Tabel 3.

Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa kandungan tar pada

asap rokok yang tidak terserap filter tanpa arang adalah sebesar 104,05 mg/ml. Kandungan tar ini menurun drastis menjadi 10,05 mg/ml pada asap rokok yang melewati filter yang ditambahkan arang bambu Andong 0,1814 g. Hal yang sama diperoleh pada asap rokok yang melewati filter yang ditambahkan arang bambu Betung 0,1711 g.

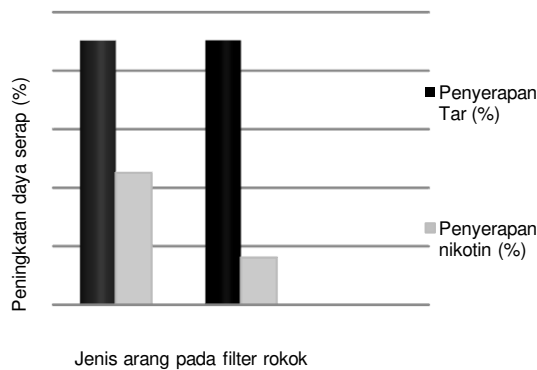
Tabel 3. Hasil analisis Tar dan Nikotin pada asap rokok diserap dalam methanol

No	Jenis Arang dalam filter rokok	Berat arang (g)	Tar (mg/ml)	Nikotin ($\mu\text{g/ml}$)
1	Blanko (filter rokok tanpa arang)	0	104,05	5,59
2	Arang bambu Andong	0,1424	8,30	4,51
3		0,1618	8,50	4,49
4		0,1814	10,05	3,07
5	Arang bambu Betung	0,1248	8,20	5,22
6		0,1535	9,70	4,69
7		0,1711	10,00	4,51

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kandungan nikotin pada asap rokok yang lolos dari filter rokok adalah sebesar 5,59 $\mu\text{g/ml}$. Kandungan nikotin ini menurun menjadi 3,07 $\mu\text{g/ml}$ dengan penggunaan arang bambu Andong sejumlah 0,1814 g sebagai filter, dan menurun menjadi 4,51 $\mu\text{g/ml}$ dengan penggunaan arang bambu Betung 0,1711 g. Terjadinya penurunan kadar tar dan nikotin dalam asap rokok yang melewati filter rokok yang ditambahkan arang bambu Andong dan Betung disebabkan adanya penyerapan zat-zat yang terkandung dalam tar dan nikotin oleh arang bambu.

Pada Gambar 4 secara grafik ditunjukkan efektivitas penyerapan tar dan nikotin oleh filter rokok yang telah ditambahi arang bambu Andong dan arang bambu Betung, dibandingkan dengan kemampuan filter rokok tanpa arang bambu. Berdasarkan data pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan efektivitas filter yang ditambahkan arang bambu Andong dan arang bambu Betung dalam penyerapan tar sebesar 90%. Hal ini ditunjukkan oleh adanya penurunan kadar tar pada asap

rokok yang diserap dalam metanol, dari 104,05 g/ml menjadi masing-masing 10 g/ml dan 10,05 g/ml.



Gambar 4. Perbandingan persentase penyerapan tar dan nikotin oleh filter rokok yang ditambahkan arang bambu Andong dan Betung

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan efektivitas filter yang ditambahkan arang bambu Andong dan Betung dalam penyerapan nikotin masing-masing sebesar 45% dan 19%. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan kadar nikotin pada asap rokok yang diserap dalam metanol, dari 5,59 $\mu\text{g/ml}$ menjadi 3,07 $\mu\text{g/ml}$ dan 4,51 $\mu\text{g/ml}$.

Tar merupakan bahan berwarna coklat bersifat lengket yang mengandung berbagai zat karsinogenik meliputi N-nitrosamines spesifik tembakau, hidrokarbon aromatik, logam berat seperti kromium dan kadmium, demikian juga bahan radioaktif Polonium-210. Nikotin merupakan alkaloid yang secara alami terdapat dalam tanaman *Nicotiana tabacum* (Hoffman dan Hoffman, 2001). Ketika rokok dibakar nikotin menguap dan membentuk *droplet* kecil dalam asap rokok. Berdasarkan karakteristik dari tar dan nikotin yang berbeda tersebut dapat disebutkan akan terjadi perbedaan tingkat penyerapan oleh arang bambu. Tar yang terdiri dari berbagai partikulat padat akan lebih mudah terserap dalam pori-pori arang bambu, sementara nikotin yang sebagian terbawa dalam bentuk uap akan lebih mudah lolos dari filter arang bambu. Dengan demikian daya serap arang bambu terhadap tar dalam asap rokok akan lebih tinggi

dibandingkan daya serap terhadap nikotin dalam asap rokok.

KESIMPULAN

Jenis arang bambu Andong dan arang bambu Betung serta ukuran mesh arang tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai daya serap benzena dan kloroform, tetapi sebaliknya memberikan pengaruh yang signifikan terhadap daya serap yodium. Daya serap arang bambu Andong 40 mesh dan 60 mesh terhadap yodium sebesar 15,94% dan 18,72% lebih tinggi dibanding daya serap arang bambu Betung 40 mesh dan 60 mesh yaitu sebesar 11,57% sampai 12,57%.

Arang bambu Andong dan arang bambu Betung menunjukkan efektivitas penyerapan tar yang lebih tinggi dibandingkan penyerapan nikotin. Untuk penyerapan tar jenis arang bambu Andong dan arang bambu Betung memiliki nilai efektivitas yang sama. Sedangkan untuk penyerapan nikotin, jenis arang bambu Andong memberikan nilai efektivitas penyaringan yang lebih tinggi dibandingkan dengan arang bambu Betung.

Filter arang bambu Andong dan arang bambu Betung dapat meningkatkan penyerapan tar dalam asap rokok sebesar 90% dibandingkan penyerapan filter rokok tanpa arang bambu. Sementara filter arang bambu Andong dan arang bambu Betung hanya dapat meningkatkan penyerapan nikotin berturut turut 45% dan 19% dibandingkan penyerapan nikotin oleh filter rokok tanpa arang bambu.

Ukuran mesh arang bambu Andong dan arang bambu Betung memberikan tingkat pengaruh yang sama terhadap daya serap tar dan nikotin. Semakin kecil ukuran mesh semakin efektif penyerapan terhadap tar dan nikotin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, I., Fukuhara, T., Maruyama, J., Tatsumoto, H., and Iwasaki, S. (2001). Preparation of Carbonaceous Adsorbents for

- Removal of Chloroform from Drinking Water. *Carbon* 39: 1069-1073.
- Ademiluyi, F.T., Amadi, S. A., Amakama, N.J. (2009). Adsorption and Treatment of Organic Contaminants using Activated Carbon from Waste Nigerian Bamboo. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 13(3): 39 – 47.
- Asada, T., Ohkubo, T., Kawata, K., and Oikawa, K. (2006). Ammonia Adsorption on Bamboo Charcoal with Acid Treatment. *J. of Health Science.* 52(5): 585 -589.
- [ASTM] American Society for Testing and Materials. (1999). *Standard Test Method for Activated Carbon* (ASTM D 2866-99). Philadelphia: American Society for Testing and Material.
- [CEN] European Committee for Standardization. (2004). *Biomass Gasification: Tar and Particles in Product Gases – Sampling and Analysis (TC BT/TF 143 WICSC 03002.4)*. Brussel: European Committee for Standardization
- Coda, B., Zielke, U., Suomalainen, M., Knoef, H.A.M., Good, J., Liliedahl, T., Unger, C., et al. (2004). *Tar Measurement Standard: a Joint Effort for The Standardization of a Method for Measurement of Tars and Particulates in Biomass Producer Gases. Presented at "The 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection" in Rome, Italy, 10-14 May 2004.* Roma.
- Hoffmann, D. and Hoffmann, I. (2001). The Changing Cigarette: Chemical Studies and Bioassays. *Smoking and Tobacco Control Monographs* 13. Bethesda, MD, US National Cancer Institute. 159-192.
- Kim, B.C., Kim, Y.H., and Yamamoto, T. (2008). Adsorption Characteristics of Bamboo Activated Carbon. *Korean J. Chem. Eng.* 25(5): 1140-1144.
- Kittinaovarat, S. and Suthamnoi, W. (2009). Physical Properties of Polyolefin/ Bamboo Charcoal Composites. *Journal of Metals, Materials and Minerals.* 19 (1): 9-15.
- Li, Z.N., Zhu, Z.Q., Liang, M.N., Qin, H.D., and Zhu, Y.N. (2011). Research on Influence Factors of Bamboo Charcoal Adsorb Ammonia Nitrogen in Wastewater. *Advanced Materials Research.* 356-360: 493-497.
- Narkowicz, S., Polkowska, Z., and Namieśnik, J. (2012). Analysis of Markers of Exposure to Constituents of Environmental Tobacco Smoke (ETS). *Critical Reviews in Analytical Chemistry.* 42 (1):16 - 37
- Pohan, H.G., Wasposito, W., Suherman, A., Kosasih, dan Ibik, K. (2008). *Penelitian Pendalaman Informasi Engineering Pembuatan Arang Bambu dan Bambu Liquor.* (Laporan DIPA). Bogor: Balai Besar Industri Agro
- Qisheng, Z., Shenxue, J., and Yongyu, T. (2002). *Industrial Utilization on Bamboo. INBAR.* (Technical Report). Beijing: Colour Max Publishers Ltd. ISBN: 962-85124-20.
- Shenxue, J. (2004). *Training Manual of Bamboo Charcoal for Producers and Consumers.* Nanjing: Bamboo Engineering Research Center, Nanjing Forestry University.
- Susanna, D., Hartono, B., dan Fauzan, H. (2003). Penentuan Kadar Nikotin dalam Asap Rokok. *Makara, Kesehatan.* 7 (2): 38-41.
- Vineis, P., Airoidi L., Veglia F., Olgiati L., Pastorelli, R. (2005). Environmental tobacco smoke and risk of respiratory cancer and chronic obstructive pulmonary disease in former smokers and never smokers in the EPIC prospective study. *British Medical Journal.* 330: 277.
- Wang, S.Y., Tsai, M.H., Lo, S.F. and Tsai, M.J. (2008). Effects of manufacturing conditions on the adsorption capacity of heavy metal ions by Makino bamboo charcoal. *Bioresource Technology.* 99. 7027–7033.