

**PEMANFAATAN LIMBAH TEMPURUNG KEMIRI SUNAN
(*Aleurites trisperma*) SEBAGAI BAHAN BAKU
PADA PEMBUATAN ARANG AKTIF
(*Utilization of Kemiri Sunan Shell Waste as Raw Material in
Manufacturing of Activated Charcoal*)**

Djeni Hendra¹, R. Esa Pangersa Gusti¹ & Sri Komarayati¹

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No.5, Bogor 16610 Telp. 0251-8633378, Fax. 0251-8699413
e-mail : djeni_hendra@yahoo.co.id ; resapangersag@gmail.com

Diterima 10 September 2014, Disetujui 1 Desember 2014

ABSTRACT

Charcoal is a porous solid material which is resulted from combustion of material that containing the carbon element (C). Charcoal can be used as raw materials in the manufacture of batteries, charcoal briquettes, and charcoal compost, can also be further processed in to activated charcoal. This study aims to manufacturing activated carbon from Kemiri Sunan shell waste as raw materials, determining it's optimum conditions and physico-chemical properties.

The results showed that Kemiri Sunan shell can be used as raw material for activated charcoal with the following qualities: adsorb capacity of iodine solution 138.46-768.31 mg/g, adsorb capacity of benzene 2.99-21.37%, and adsorb capacity of methylene blue 18.239-260.237 mg/g. The optimum conditions of manufacturing of activated charcoal is produced at temperature of 850°C that are soaked in a solution of 10% H₃PO₄ with steam activation time for 90 minutes results adsorb capacity of iodine and methylene blue which meets the technical requirements of activated charcoal in the Indonesian standard (SNI) number 06-3730-1995.

Keywords: Carbonization, activated charcoal, kemiri sunan shell, quality

ABSTRAK

Arang adalah suatu bahan padat yang berpori-pori dan merupakan hasil pembakaran dari bahan yang mengandung unsur karbon (C). Arang dapat digunakan selain untuk bahan baku pada pembuatan baterai, briket arang, dan arang kompos, juga dapat diolah lebih lanjut menjadi arang aktif. Penelitian ini bertujuan untuk membuat arang aktif dari bahan baku limbah tempurung kemiri sunan, menentukan kondisi optimum dalam pembuatan arang aktif dan sifat fisiko-kimianya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tempurung kemiri sunan dapat dibuat arang aktif dengan kualitas sebagai berikut: daya jerap terhadap larutan iodin berkisar antara 138,46-768,31 mg/g, daya jerap terhadap benzena 2,99-21,37%, dan daya jerap terhadap biru metilena berkisar antara 18,239-260,237 mg/g. Kondisi optimum pembuatan arang aktif dihasilkan pada suhu 850°C yang direndam dalam larutan H₃PO₄ 10% dengan waktu aktivasi uap air panas selama 90 menit, menghasilkan daya jerap iodin dan daya jerap biru metilena yang memenuhi persyaratan arang aktif teknis dalam SNI nomor 06-3730-1995.

Kata kunci: Karbonisasi, arang aktif, tempurung kemiri sunan, kualitas

I. PENDAHULUAN

Arang adalah suatu bahan padat yang berpori-pori dan merupakan hasil pembakaran dari bahan yang mengandung unsur karbon (C). Arang dapat digunakan selain untuk bahan baku pada pembuatan baterai, briket arang dan arang kompos, juga dapat diolah lebih lanjut menjadi arang aktif. Bahan baku pada pembuatan arang aktif berasal dari bahan yang mengandung karbon baik organik maupun anorganik yang dapat dikarbonisasi. Arang aktif digolongkan ke dalam produk kimia dan bukan bahan energi seperti arang atau briket arang yang sebagian besar dari pori-pori arang masih tertutup dengan hidrokarbon dan senyawa organik, sedangkan arang aktif mampu melakukan adsorpsi karena permukaannya lebih luas dan pori-porinya telah terbuka (Harsanti dan Ardiwinata, 2001).

Salah satu bahan baku yang dapat dikembangkan sebagai bahan arang aktif adalah tempurung biji kemiri sunan (*Aleurites trisperma*) yang merupakan limbah dari pengolahan minyak kemiri sunan dan belum dimanfaatkan. Kemiri sunan mengandung minyak yang dapat diproses menjadi minyak pengganti solar atau biodiesel. Biji kemiri sunan menjadi alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak, agar pemakaian bahan bakar minyak dapat berkurang (Deptan, 2012). Setiap proses produksi biodiesel dari kemiri sunan akan menghasilkan limbah berupa tempurung yang dapat mencemari lingkungan dan mengganggu estetika. Pemanfaatan limbah adalah salah satu cara untuk mengatasinya. Limbah ini berpotensi untuk diubah menjadi arang dan arang aktif yang kemudian dapat dimanfaatkan lebih lanjut, karena ukuran dan sifat tempurung kemiri sunan hampir mirip dengan tempurung kemiri biasa yang sudah sering dijadikan arang aktif.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat arang aktif dari bahan baku limbah tempurung kemiri sunan, menentukan kondisi optimum dalam pembuatan arang aktif dan menganalisis sifat fisiko-kimianya.

II. BAHAN DAN METODE

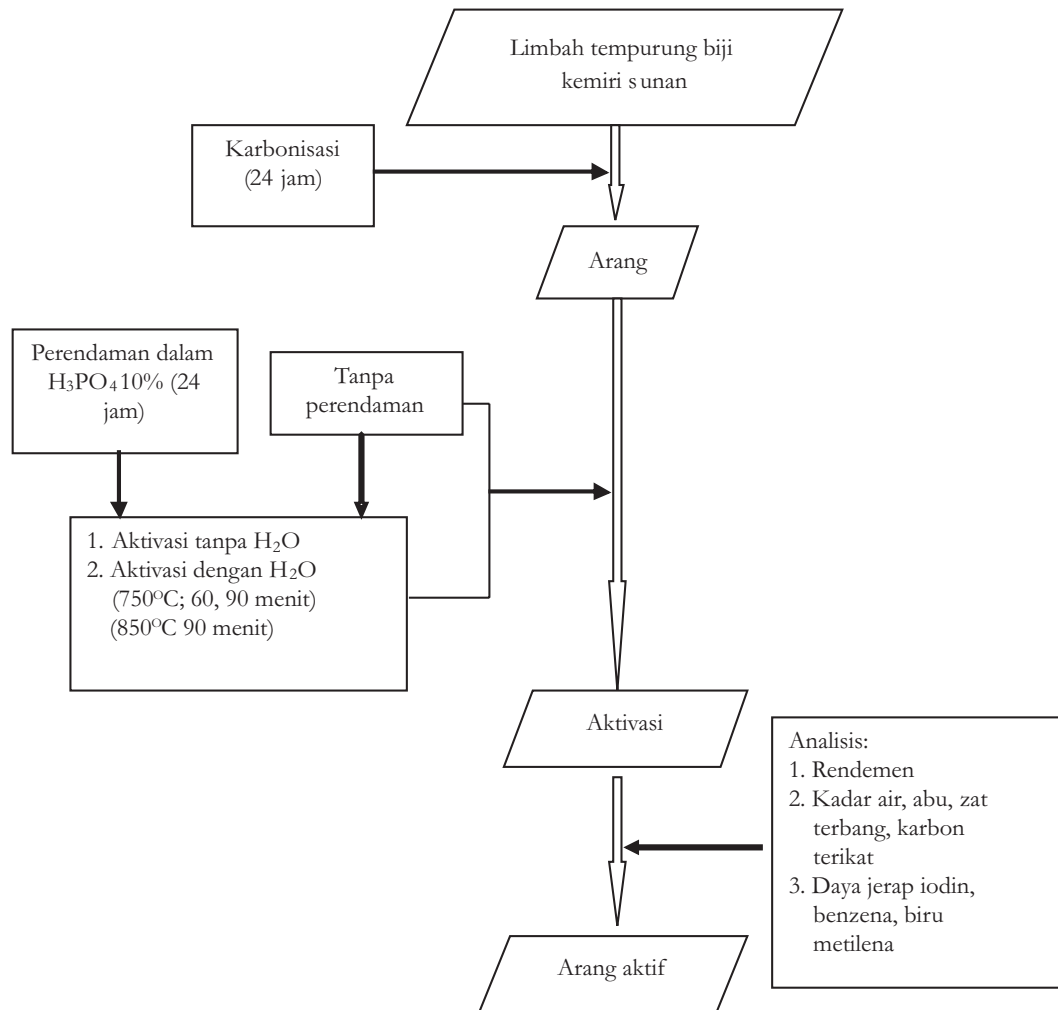
A. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah tempurung biji kemiri sunan yang diperoleh dari Kabupaten Garut, Jawa Barat. Bahan kimia yang digunakan antara lain larutan H_3PO_4 10%, larutan iod 0.1 N, larutan natrium tio-sulfat 0.1 N, larutan kanji 1 %, larutan biru metilena 1200 ppm, benzena, dan akuades. Alat yang digunakan adalah tungku drum yang dimodifikasi, tungku aktivasi (*retort*), mortar, saringan halus (100 mesh), oven, tanur, desikator, cawan porselin, neraca analitik, neraca kasar, spektrofotometer ultraviolet-tampak (UV-Vis), gegep, buret, cawan petri, gelas piala, Erlenmeyer, labu ukur, gelas arloji, pipet Mohr, pipet volumetrik, dan pipet tetes.

B. Metode Penelitian

1. Pembuatan arang aktif

Aktivasi arang aktif menggunakan 2 cara yaitu cara fisika dan cara kimia. Aktivasi cara fisika tidak merendam arang dalam larutan H_3PO_4 , sedangkan untuk cara kimia arang direndam dalam larutan H_3PO_4 10% selama 24 jam, setelah itu arang dicuci, dan ditiriskan. Selanjutnya arang tanpa perendaman dan dengan perendaman larutan H_3PO_4 10% dimasukkan ke dalam *retort* dan dipanaskan pada suhu $750^\circ C$ dan $850^\circ C$. Setelah suhu *retort* tercapai, dialirkan uap panas (*steam*) selama 0, 60 dan 90 menit. Alur proses pembuatan arang aktif secara lengkap disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur proses pembuatan arang aktif
Figure 1. Diagram of activated charcoal manufacturing process

2. Pengujian kualitas arang aktif

Arang aktif yang dihasilkan diuji kualitasnya berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995) yang meliputi penetapan rendemen, kadar air, abu, zat terbang, karbon terikat, daya jerap iodin, benzena dan biru metilena menggunakan alat spektroskopi UV-Vis dengan panjang gelombang 664 nm.

$$\text{Daya jerap biru metilena (mg/g)} = \frac{V \times (C_0 - C_a) \times Fp}{m}$$

Keterangan (*Remark*):

V = Volume biru metilena (mL)

Fp = Faktor pengenceran

C_0 = Konsentrasi awal biru metilena (ppm)

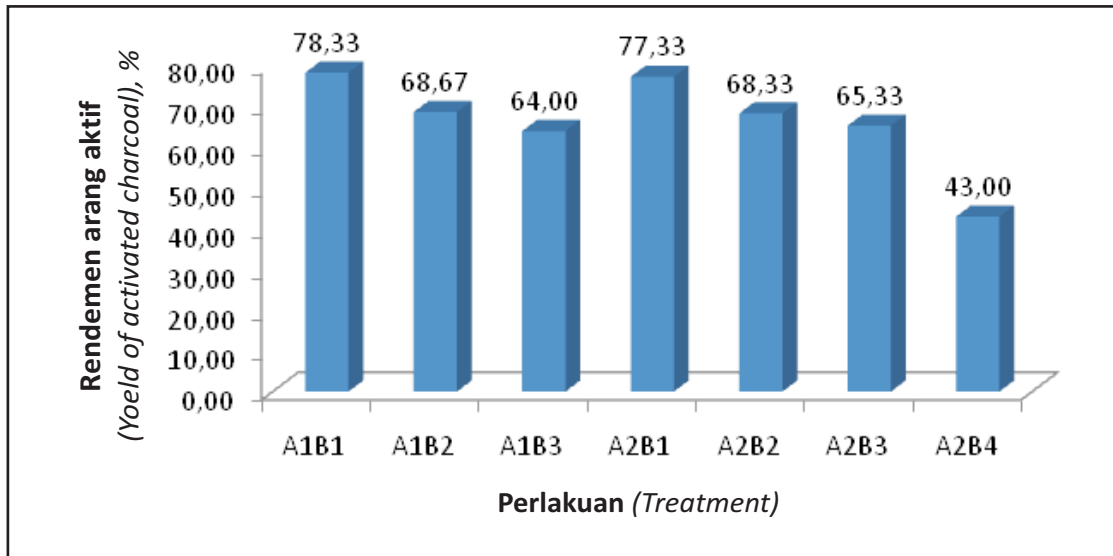
m = Bobot arang aktif (g)

C_a = Konsentrasi akhir biru metilena (ppm)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rendemen Arang Aktif

Rendemen arang aktif dari tempurung kemiri sunan yang dihasilkan berkisar antara 43.00-78.33%. Rendemen tertinggi (78.33%) dihasilkan oleh arang aktif tanpa perendaman H_3PO_4 10% dan diaktivasi pada suhu 750°C selama 90 menit tanpa *steam* uap air (A1B1). Rendemen terendah (43.00%) dihasilkan oleh arang aktif yang direndam dalam H_3PO_4 10% dan diaktivasi dengan *steam* uap air pada suhu 850°C selama 90 menit (A2B4)(Gambar 2).



Keterangan (Remark) :

A1 = Tanpa H_3PO_4 (Without H_3PO_4)

A2 = Dengan H_3PO_4 10% (With 10% of H_3PO_4)

B1 = Tanpa steam uap air 0 menit, suhu $750^\circ C$ (Without H_2O steam, 0 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B2 = Steam uap air 60 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 60 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B3 = Steam uap air 90 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B4 = Steam uap air 90 menit, suhu $850^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $850^\circ C$)

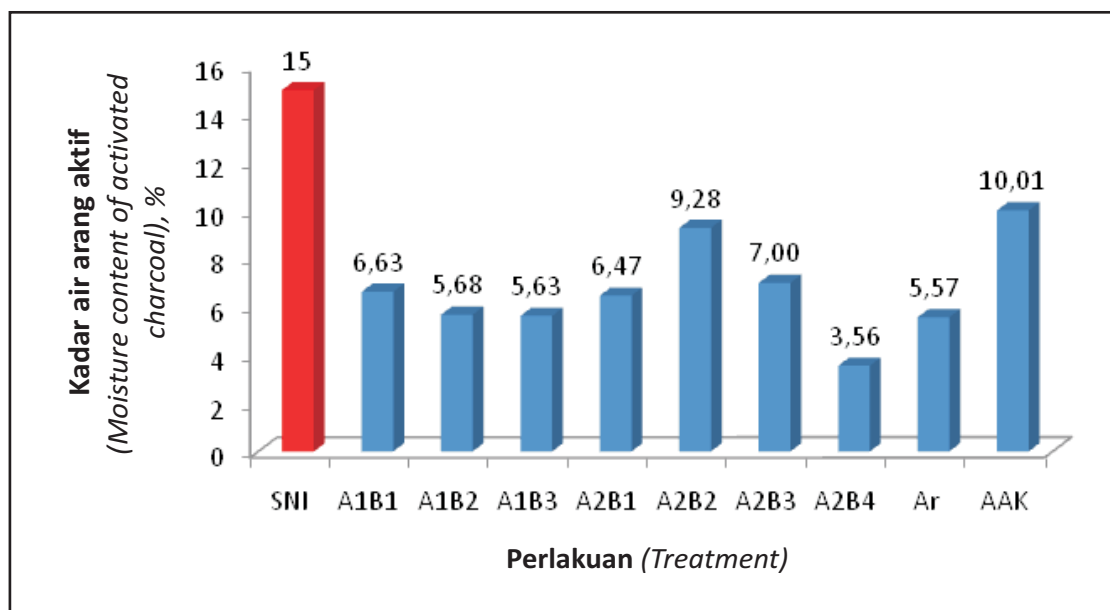
Gambar 2. Nilai rendemen arang aktif pada berbagai perlakuan
Figure 2. Yield of activated charcoal in various treatment

Aktivasi uap air dan penggunaan bahan pengaktif akan berpengaruh terhadap rendemen arang aktif. Proses aktivasi akan menurunkan rendemen karena permukaan arang aktif akan menjadi lebih luas akibat asam-asam organik dan hidrokarbon yang awalnya ada dipermukaan arang aktif telah dihilangkan oleh zat pengaktif (Sudrajat, 1985). Senyawa karbon yang terbentuk mengalami reaksi pemurnian dengan uap air, sehingga senyawa non-karbon yang melekat pada permukaan arang menjadi menguap. Namun atom C yang terbentuk akan bereaksi kembali dengan atom O dan H membentuk CO , CO_2 , CH_4 sehingga rendemen arang aktif yang dihasilkan akan lebih rendah dibandingkan dengan arang aktif yang dibuat hanya dengan perlakuan panas. Untuk membuat arang aktif dengan rendemen tinggi, diperlukan perlakuan panas (Pari *et al.*, 2006).

B. Kadar Air Arang Aktif

Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif.

Kadar air arang aktif dari tempurung kemiri sunan yang dihasilkan berkisar antara 3,56-9,28%. Kadar air tertinggi (9,28%) dihasilkan oleh arang aktif yang direndam dalam H_3PO_4 10% dan diaktivasi dengan steam uap air pada suhu $750^\circ C$ selama 60 menit (A2B2). Kadar air terendah (3,56%) dihasilkan oleh arang aktif yang direndam dalam H_3PO_4 10% dan diaktivasi dengan steam uap air pada suhu $850^\circ C$ selama 90 menit (A2B4) (Gambar 3). Nilai kadar air dari berbagai perlakuan ini telah memenuhi SNI Arang Aktif Teknis yaitu kadar air maksimal sebesar 15% (SNI, 1995). Jika dibandingkan dengan arang aktif komersial, rendemen arang aktif dari berbagai perlakuan ini nilainya lebih rendah.



Keterangan (Remark) :

A1 = Tanpa H_3PO_4 (Without H_3PO_4)

A2 = Dengan H_3PO_4 10% (With 10% of H_3PO_4)

B1 = Tanpa steam uap air 0 menit, suhu $750^\circ C$ (Without H_2O steam, 0 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B2 = Steam uap air 60 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 60 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B3 = Steam uap air 90 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B4 = Steam uap air 90 menit, suhu $850^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $850^\circ C$)

SNI = Standar Nasional Indonesia (Indonesian standard)

Ar = Arang tempurung kemiri sunan (Kemiri sunan shell charcoal)

AAK = Arang aktif komersial (Commercial activated charcoal)

Gambar 3. Nilai kadar air arang aktif pada berbagai perlakuan
Figure 3. Moisture content of activated charcoal in various treatment

Besar kecilnya kadar air arang aktif yang dihasilkan disebabkan oleh sifat higroskopis dari arang aktif sehingga pada waktu proses pendinginan, uap air dari udara terserap ke dalam pori (Pari *et al.*, 2008). Kadar air yang tinggi selain disebabkan oleh sifat higroskopis arang aktif, juga adanya molekul uap air yang terperangkap di dalam kisi-kisi heksagonal arang aktif terutama pada proses pendinginan (Pari *et al.*, 2006). Kadar air yang rendah disebabkan permukaan arang aktif lebih sedikit mengandung gugus fungsi yang bersifat polar sehingga interaksi antara uap air yang bersifat polar juga sedikit. Arang aktif yang baik adalah arang yang diaktivasi secara kimia (Pari *et al.*, 2008).

C. Kadar Zat Terbang Arang Aktif

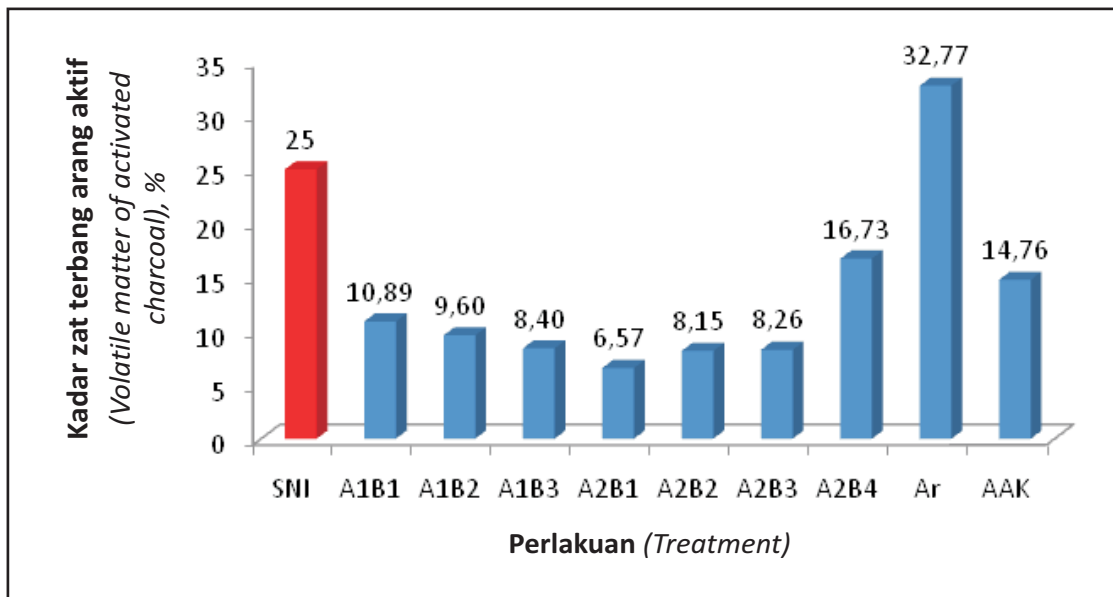
Penentuan kadar zat terbang bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa yang belum menguap pada saat karbonisasi dan aktivasi,

sehingga dapat diketahui besarnya kandungan zat selain karbon pada permukaan arang aktif.

Kadar zat terbang dari arang aktif tempurung kemiri sunan yang dihasilkan berkisar antara 6,57-16,73%. Kadar zat terbang tertinggi (16,73%) dihasilkan oleh arang aktif yang direndam dalam H_3PO_4 10% dan diaktivasi dengan steam uap air pada suhu $850^\circ C$ selama 90 menit (A2B4). Kadar zat terbang terendah (6,57%) dihasilkan oleh arang aktif yang direndam dalam H_3PO_4 10% dan diaktivasi pada suhu $750^\circ C$ selama 90 menit tanpa steam uap air (A2B1) (Gambar 4). Nilai kadar zat terbang dari berbagai perlakuan ini telah memenuhi SNI Arang Aktif Teknis yaitu kadar zat terbang maksimal sebesar 25%. Kadar zat terbang arang aktif komersial yang dihasilkan nilainya telah memenuhi standar. Namun untuk kadar zat terbang arang tempurung kemiri sunan, nilainya melebihi SNI, yaitu sebesar 32,77% (Gambar 4).

Arang aktif yang menghasilkan kadar zat terbang tinggi masih mengandung senyawa non-karbon yang menempel pada permukaan arang aktif terutama atom H yang terikat kuat pada atom C pada permukaan arang aktif. Gugus OH dan H yang menempel pada permukaan arang aktif selama proses aktivasi pun dapat menghasilkan kadar zat terbang yang tinggi (Pari *et al.*, 2006). Besarnya zat terbang ini menunjukkan

bahwa permukaan arang aktif masih ditutupi oleh senyawa bukan karbon sehingga dapat mengurangi kemampuan daya jerapnya (Pari *et al.*, 2008). Kadar zat terbang yang kecil menunjukkan adanya reaksi antara atom karbon dengan uap air membentuk senyawa non-karbon yang mudah menguap seperti CO, CO₂, dan H₂ pada waktu proses aktivasi (Pari *et al.*, 2006).



Keterangan (Remark) :

A1 = Tanpa H₃PO₄ (Without H₃PO₄)

A2 = Dengan H₃PO₄ 10% (With 10% of H₃PO₄)

B1 = Tanpa steam uap air 0 menit, suhu 750°C (Without H₂O steam, 0 minutes, temperature at 750°C)

B2 = Steam uap air 60 menit, suhu 750°C (H₂O steam, 60 minutes, temperature at 750°C)

B3 = Steam uap air 90 menit, suhu 750°C (H₂O steam, 90 minutes, temperature at 750°C)

B4 = Steam uap air 90 menit, suhu 850°C (H₂O steam, 90 minutes, temperature at 850°C)

SNI = Standar Nasional Indonesia (Indonesian standard)

Ar = Arang tempurung kemiri sunan (Kemiri sunan shell charcoal)

AAK = Arang aktif komersial (Commercial activated charcoal)

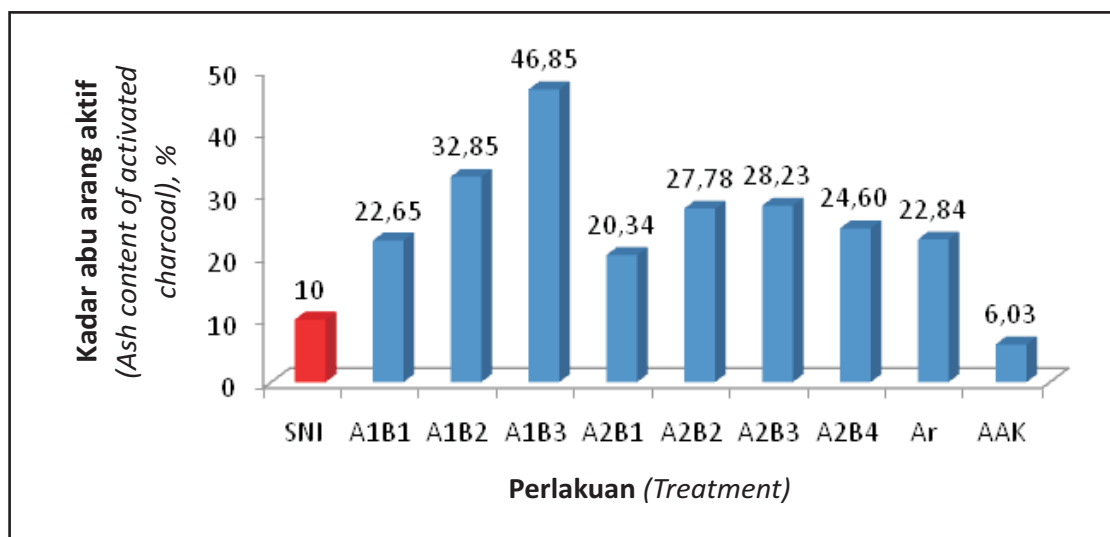
Gambar 4. Nilai kadar zat terbang arang aktif pada berbagai perlakuan
Figure 4. Volatile matter of activated charcoal in various treatment

D. Kadar Abu Arang Aktif

Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan logam oksida dalam arang aktif.

Kadar abu arang aktif dari tempurung kemiri sunan yang dihasilkan berkisar antara 20,34-46,85%. Kadar abu tertinggi (46,85%) dihasilkan oleh arang aktif tanpa perendaman H₃PO₄10%

dan diaktivasi dengan steam uap air pada suhu 750°C selama 90 menit (A1B3). Kadar abu terendah (20,34%) dihasilkan oleh arang aktif yang direndam dalam H₃PO₄ 10% dan diaktivasi pada suhu 750°C selama 90 menit tanpa steam uap air (A2B1). Nilai kadar abu arang dan arang aktif dari berbagai perlakuan ini tidak memenuhi SNI Arang Aktif Teknis yaitu kadar abu maksimal



Keterangan (Remark) :

A1 = Tanpa H_3PO_4 (Without H_3PO_4)

A2 = Dengan H_3PO_4 10% (With 10% of H_3PO_4)

B1 = Tanpa steam uap air 0 menit, suhu $750^\circ C$ (Without H_2O steam, 0 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B2 = Steam uap air 60 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 60 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B3 = Steam uap air 90 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B4 = Steam uap air 90 menit, suhu $850^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $850^\circ C$)

SNI = Standar Nasional Indonesia (Indonesian standard)

Ar = Arang tempurung kemiri sunan (Kemiri sunan shell charcoal)

AAK = Arang aktif komersial (Commercial activated charcoal)

Gambar 5. Nilai kadar abu arang aktif pada berbagai perlakuan
Figure 5. Ash content of activated charcoal in various treatment

sebesar 10% (SNI, 1995). Namun untuk kadar abu arang aktif komersial, nilainya telah memenuhi SNI, yaitu sebesar 6,03% (Gambar 5).

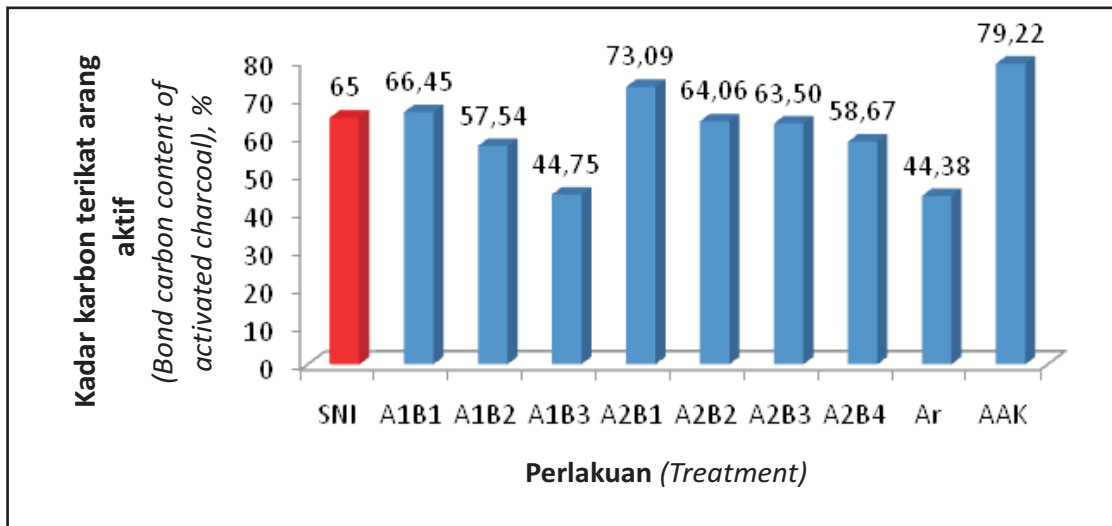
Besarnya kadar abu yang dihasilkan dapat mengurangi daya jerap arang aktif, karena pori-pori arang aktif akan tertutup mineral seperti K, Na, Ca, dan Mg yang menempel pada permukaan arang aktif (Pari *et al.*, 2008). Untuk itu, agar daya serap arang aktifnya maksimal, diusahakan kadar abu yang dihasilkan bisa sekecil mungkin. Arang aktif dengan kandungan kadar abu yang baik dapat diperoleh dengan aktivasi secara kimia (Pari *et al.*, 2006).

E. Kadar Karbon Terikat Arang Aktif

Penentuan kadar karbon terikat bertujuan untuk mengetahui potensi arang yang baik untuk dijadikan arang aktif.

Kadar karbon terikat arang aktif dari tempurung kemiri sunan yang dihasilkan berkisar

antara 44,75-73,09%. Kadar karbon terikat tertinggi (73,09%) dihasilkan oleh arang aktif yang direndam dalam H_3PO_4 10% dan diaktivasi pada suhu $750^\circ C$ selama 90 menit tanpa steam uap air (A2B1). Kadar karbon terikat terendah (44,75%) dihasilkan oleh arang aktif tanpa perendaman H_3PO_4 10% dan diaktivasi dengan steam uap air pada suhu $750^\circ C$ selama 90 menit (A1B3). Nilai kadar karbon terikat beberapa arang aktif dari berbagai perlakuan ini telah memenuhi SNI Arang Aktif Teknis yaitu kadar karbon terikat minimal 65% (SNI, 1995). Arang aktif yang telah memenuhi SNI adalah arang aktif dengan perlakuan A1B1 dan A2B1. Jika dibandingkan dengan arang aktif komersial, kadar karbon terikat arang aktif dari berbagai perlakuan ini nilainya lebih rendah. Nilai kadar karbon terikat dari arang aktif komersial adalah sebesar 79,22% (Gambar 6).



Keterangan (Remark) :

A1 = Tanpa H_3PO_4 (Without H_3PO_4)

A2 = Dengan H_3PO_4 10% (With 10% of H_3PO_4)

B1 = Tanpa steam uap air 0 menit, suhu $750^\circ C$ (Without H_2O steam, 0 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B2 = Steam uap air 60 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 60 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B3 = Steam uap air 90 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B4 = Steam uap air 90 menit, suhu $850^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $850^\circ C$)

SNI = Standar Nasional Indonesia (Indonesian standard)

Ar = Arang tempurung kemiri sunan (Kemiri sunan shell charcoal)

AAK = Arang aktif komersial (Commercial activated charcoal)

Gambar 6. Nilai kadar karbon terikat arang aktif pada berbagai perlakuan
Figure 6. Bond carbon content of activated charcoal in various treatment

Tinggi rendahnya kadar karbon terikat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar abu dan kadar zat terbang, selain itu juga dipengaruhi oleh kandungan selulosa dan lignin yang dapat dikonversi menjadi atom karbon (Pari, 2004). Semakin tinggi nilai kadar karbon terikat suatu arang aktif, tingkat kemurnian karbonpun akan semakin tinggi, lebih tinggi dari arangnya. Hal ini disebabkan senyawa non-karbon telah banyak hilang pada saat proses aktivasi.

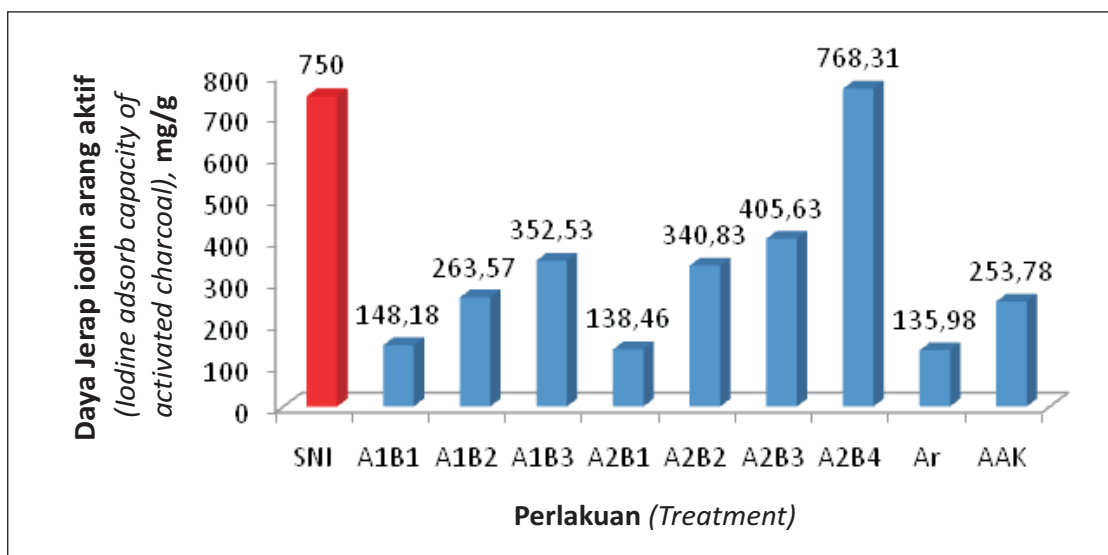
F. Daya Jerap Iodin Arang Aktif

Tinggi rendahnya daya jerap arang aktif terhadap iod menunjukkan banyaknya diameter pori yang aktif yang berukuran 10 Angstrom dan permukaan arang aktifnya lebih bermuatan positif sehingga akan lebih menyerap senyawa yang lebih negatif (Pari *et al.*, 2008).

Daya jerap iodin arang aktif dari tempurung kemiri sunan yang dihasilkan berkisar antara 138.46-768.31 mg/g. Hanya arang aktif yang

direndam dalam H_3PO_4 10% dan diaktivasi dengan steam uap air pada suhu $850^\circ C$ selama 90 menit (A2B4) yang memenuhi syarat SNI yaitu daya jerap iodin minimal 750 mg/g (SNI, 1995). Nilai daya Jerap iodin arang tempurung kemiri sunan dan arang aktif komersial tidak memenuhi SNI (Gambar 7). Daya jerap iodin berbanding lurus dengan konsentrasi, suhu, serta steam yang digunakan, yaitu semakin tinggi konsentrasi dan suhu serta semakin lama steam yang digunakan, daya jerap iodin semakin tinggi, karena semakin banyak terbentuk pori-pori pada arang aktif.

Semakin tinggi daya jerap iod memperlihatkan bahwa atom karbon yang membentuk kristalit heksagonal makin banyak, sehingga celah atau pori yang terbentuk di antara lapisan kristalit juga semakin besar (Pari *et al.*, 2006). Selain itu, adanya senyawa P_2O_3 hasil dekomposisi H_3PO_4 yang terperangkap di dalam arang akan menimbulkan struktur mikropori dan struktur mesopori pada struktur bagian dalam, semakin tinggi konsentrasi



Keterangan (Remark) :

A1 = Tanpa H_3PO_4 (Without H_3PO_4)

A2 = Dengan H_3PO_4 10% (With 10% of H_3PO_4)

B1 = Tanpa steam uap air 0 menit, suhu $750^\circ C$ (Without H_2O steam, 0 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B2 = Steam uap air 60 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 60 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B3 = Steam uap air 90 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B4 = Steam uap air 90 menit, suhu $850^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $850^\circ C$)

SNI = Standar Nasional Indonesia (Indonesian standard)

Ar = Arang tempurung kemiri sunan (Kemiri sunan shell charcoal)

AAK = Arang aktif komersial (Commercial activated charcoal)

Gambar 7. Nilai daya jerap iodin arang aktif pada berbagai perlakuan
Figure 7. Iodine adsorb capacity of activated charcoal in various treatment

H_3PO_4 juga menghasilkan struktur mesopori yang mempunyai luas permukaan dan volume pori yang besar (Baquero *et al.*, 2003). Daya jerap iod yang kecil mungkin disebabkan terbentuknya oksida logam yang banyak hasil interaksi H_3PO_4 dengan tungku aktivasi, sehingga menutupi pori-pori arang aktif (Wibowo *et al.*, 2010).

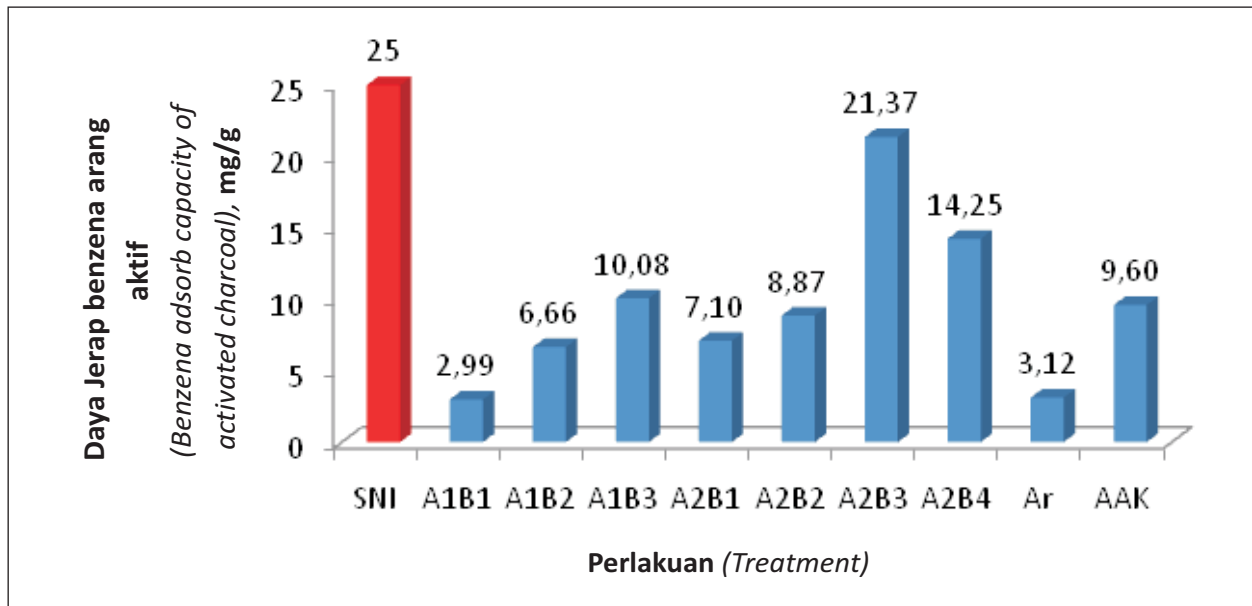
G. Daya Jerap Benzena Arang Aktif

Penentuan daya jerap benzena bertujuan untuk menentukan kapasitas menyerap arang aktif pada fase gas (Marsh dan Reinoso, 2006).

Daya jerap benzena arang aktif tempurung kemiri sunan yang dihasilkan berkisar antara 2.9921.37%. Nilai daya jerap benzena arang aktif komersial, arang tempurung kemiri sunan, dan arang aktif dari berbagai perlakuan ini tidak memenuhi SNI Arang Aktif Teknis yaitu daya

jerap benzena minimal sebesar 25% (SNI, 1995). Arang aktif yang memiliki nilai daya jerap benzena yang mendekati SNI adalah arang aktif yang direndam dalam H_3PO_4 10% dan diaktivasi dengan steam uap air pada suhu $750^\circ C$ selama 90 menit (A2B3) yaitu sebesar 21.37% (Gambar 8).

Arang aktif yang menghasilkan daya jerap benzena yang rendah disebabkan masih terdapatnya senyawa non-karbon yang menempel pada permukaan arang aktif terutama atom H dan atom O sehingga arang aktifnya lebih bersifat non-polar (Hendra, 2007). Arang aktif yang menghasilkan daya jerap benzena yang tinggi menunjukkan permukaan arang aktif yang lebih bersifat non-polar, sehingga dapat digunakan untuk menyerap polutan yang juga bersifat non-polar (Pari *et al.*, 2008).



Keterangan (Remark) :

A1 = Tanpa H_3PO_4 (Without H_3PO_4)

A2 = Dengan H_3PO_4 10% (With 10% of H_3PO_4)

B1 = Tanpa *steam* uap air 0 menit, suhu $750^\circ C$ (Without H_2O steam, 0 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B2 = *Steam* uap air 60 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 60 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B3 = *Steam* uap air 90 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B4 = *Steam* uap air 90 menit, suhu $850^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $850^\circ C$)

SNI = Standar Nasional Indonesia (Indonesian standard)

Ar = Arang tempurung kemiri sunan (Kemiri sunan shell charcoal)

AAK = Arang aktif komersial (Commercial activated charcoal)

Gambar 8. Nilai daya jerap benzena arang aktif pada berbagai perlakuan
Figure 8. Benzene adsorb capacity of activated charcoal in various treatment

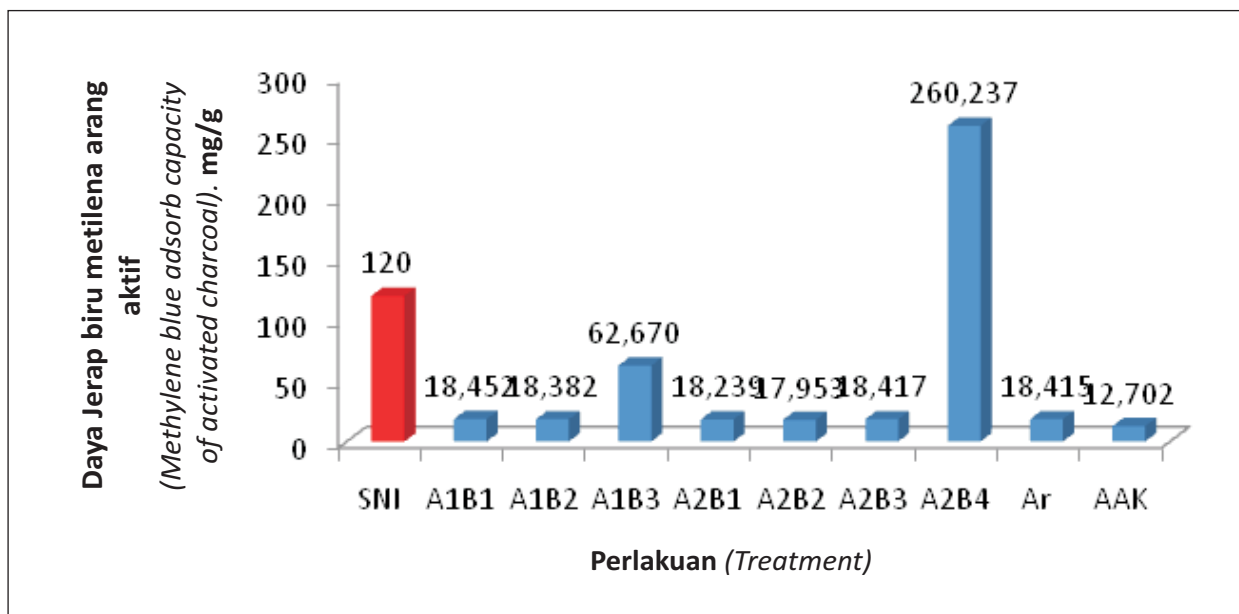
H. Daya Jerap Biru Metilena Arang Aktif

Nilai daya jerap metilena biru mengidentifikasi kapasitas adsorpsi arang aktif untuk menyerap molekul berdimensi besar (Marsh dan Reinoso, 2006).

Daya jerap biru metilena arang aktif dari tempurung kemiri sunan yang diperoleh berkisar antara 18.239-260.237 mg/g. Hanya jenis arang aktif yang direndam dalam H_3PO_4 10% dan diaktivasi dengan *steam* uap air pada suhu $850^\circ C$ selama 90 menit (A2B4) yang memenuhi syarat SNI yaitu dengan nilai sebesar 260.237 mg/g. SNI Arang Aktif Teknis mensyaratkan untuk daya jerap biru metilena adalah minimal 120 mg/g (SNI, 1995). Nilai daya jerap biru metilena arang tempurung kemiri sunan dan arang aktif

komersial tidak memenuhi SNI (Gambar 9). Sama halnya dengan daya jerap iodin, daya jerap biru metilena berbanding lurus dengan konsentrasi, suhu dan *steam* yang digunakan, yaitu semakin tinggi konsentrasi dan suhu yang digunakan serta semakin lama *steam* uap air maka daya jerap biru metilena semakin tinggi.

Besarnya daya jerap biru metilena menggambarkan diameter pori yang terbentuk banyak yang berukuran 15 Angstrom, sehingga arang aktif dapat digunakan untuk menjernihkan polutan yang mengandung zat warna yang bersifat polar. (Pari *et al.*, 2009). Nilai daya Jerap yang tinggi mengimplikasikan bahwa permukaan arang aktif menjadi lebih bersifat polar, akibat kondisi aktivasi yang lebih besar (Pari *et al.*, 2006).



Keterangan (Remark) :

A1 = Tanpa H_3PO_4 (Without H_3PO_4)

A2 = Dengan H_3PO_4 10% (With 10% of H_3PO_4)

B1 = Tanpa steam uap air 0 menit, suhu $750^\circ C$ (Without H_2O steam, 0 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B2 = Steam uap air 60 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 60 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B3 = Steam uap air 90 menit, suhu $750^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $750^\circ C$)

B4 = Steam uap air 90 menit, suhu $850^\circ C$ (H_2O steam, 90 minutes, temperature at $850^\circ C$)

SNI = Standar Nasional Indonesia (Indonesian standard)

Ar = Arang tempurung kemiri sunan (Kemiri sunan shell charcoal)

AAK = Arang aktif komersial (Commercial activated charcoal)

Gambar 9 Nilai daya Jerap metilena biru arang aktif pada berbagai perlakuan
Figure 9. Methylene blue adsorb capacity of activated charcoal in various treatment

I. Pemilihan Arang Aktif Terbaik

Arang aktif terbaik diambil berdasarkan nilai daya jerap arang aktif pada beberapa senyawa. Arang aktif terbaik adalah arang aktif dengan perlakuan A2B4. Meskipun pada jenis karakterisasi arang aktif lainnya A2B4 tidak terbaik. Namun berdasarkan daya jerap iodin dan biru metilena, arang aktif yang memiliki daya Jerap tertinggi adalah pada perlakuan A2B4 (arang aktif yang direndam dalam H_3PO_4 10% dan diaktivasi dengan steam uap air pada suhu $850^\circ C$ selama 90 menit).

IV. KESIMPULAN

Tempurung kemiri sunan dapat dibuat arang aktif dengan kualitas sebagai berikut: daya jerap terhadap larutan iodin berkisar antara 138,46768,31 mg/g, daya jerap terhadap benzena

2,99-21,37%, dan daya jerap terhadap biru metilena berkisar antara 18,239-260,237 mg/g. Kondisi optimum pembuatan arang aktif dihasilkan pada suhu $850^\circ C$ yang direndam dalam larutan H_3PO_4 10% dengan waktu aktivasi uap air panas selama 90 menit, sebab nilai daya jerap iodin dan daya jerap biru metilena yang dihasilkan pada perlakuan ini telah memenuhi persyaratan arang aktif teknis dalam SNI nomor 06-3730-1995.

DAFTAR PUSTAKA

- [Deptan] Departemen Pertanian. (2012). *Kemiri Sunan Tanaman Langka SumberBahan Bakar Alternatif*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Baquero MC, G. Giraldo, L. Moreno, JC Garcia, FS Alonso, AM and JMDTascon. (2003). Activated carbon by pyrolysis of coffee

- beanhusks in pre-sence of phosporic acid. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 70:779-784.
- Harsanti, E.S dan Ardiwinata A. N. (2001). Arang Aktif Meningkatkan Kualitas Lingkungan. *Sinar Tani Edisi 6-12* : 10-12. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Hendra D. (2007). Pembuatan arang aktif dari limbah pembalakan kayu puspadengan teknologi produksi skala semi pilot. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 25:93-107. Bogor: usat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Manalu FP. (1998). *Pembuatan dan pemakaian arang asal kulit kayu Acasiamangium untuk pemurnian minyak kelapa sawit*. Skripsi. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Nusa Bangsa.
- Marsh H and Reinoso FR. (2006). *Active Carbon*. Alicante: Elvecier Science &Technology Books.
- Pari, G. (2004). *Kajian struktur arang aktif dari serbuk gergaji kayu sebagai adsorben formaldehida kayu lapis*. Disertasi. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Pari, G., D. Hendra dan R.A Pasaribu. (2006). Pengaruh lama waktu aktivasi dan konsentrasi asam fosfat terhadap mutu arang aktif kulit kayu *Acacia mangium*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 24:33-46. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Pari, G., D. Hendra dan R.A Pasaribu. (2008). Peningkatan mutu arang aktif kulit kayumangium. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 26:214-227. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Pari, G., A. Santoso dan D. Hendra. (2006). Pembuatan dan pemanfaatan arang aktif sebagai reduktor emisi formaldehida kayu lapis. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 24:425-436. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Pari, G., D. Tohir, Mahpudin dan J.Ferry. (2006). Arang aktif serbuk gergaji kayu untuk pemurnian minyak goreng bekas. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 24:309-322. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Pari, G., T.D Widayati dan M.Yoshida. (2009). Mutu arang aktif dari serbuk gergaji kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 27:381-398. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. (1995). *SNI 06-3730-1995: Arang Aktif Teknis*. Jakarta: Dewan Standardisasi Indonesia.
- Sudrajat, R. (1985). Pengaruh beberapa faktor pengolahan terhadap sifat arang aktif. *Buletin Hasil Hutan* 33:24-25. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Wibowo, S, W. Syafii W dan G. Pari. (2010). Karakteristik arang aktif tempurung biji Nyamplung. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 28:43-54. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.